

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«На правах рукопису»

УДК 620.9:697.32

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Геннадій ВАРЛАМОВ

(підпис)

(ім'я, прізвище)

“ ____ ” _____ 2020 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Дослідження термічного опору теплопередачі елементів будівельних конструкцій
в кліматичній термокамері КТК3000»

Виконав: студент II курсу, групи ТП-з 91мп

КОСТЕРЕВ Костянтин Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник доцент, к.т.н., доц. Андрій СОЛОМАХА

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я, прізвище)

_____ (підпис)

Консультант з охорона праці доцент, к.т.н. Сергій КАШТАНОВ

(назва розділу)

(науковий ступінь, вчене звання, ім'я, прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, прізвище)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України

**«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»,

ОПП «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Геннадій ВАРЛАМОВ

(підпис)

(ім'я, прізвище)

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

КОСТЕРЕВУ Костянтину Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Дослідження термічного опору теплопередачі елементів будівельних конструкцій в кліматичній термокамері КТК3000»,

науковий керівник дисертації СОЛОМАХА Андрій Сергійович, к.т.н., доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 2020 р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації 21.12.2020 р.

3. Об'єкт дослідження Теплопередача елементів будівельних конструкцій в кліматичній термокамері КТК3000

4. Вихідні дані

1) Фрагменти системи фасадного утеплення, наданий замовником для дослідження.

2) Вимоги для до дослідження згідно ДСТУ Б.В.2.6-36:2008 та ДСТУ Б.В.2.6-101:2010.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

1) Огляд будови та принципу дії сучасних кліматичних камер;

2) Розробка методики експериментального дослідження на основі відомих ДСТУ;

3) Проведення експериментального дослідження теплопередачі елементів будівельних конструкцій в кліматичній термокамері КТК3000

4) Обробка отриманих експериментальних результатів та порівняння з теоретичними формулами.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

1) Принципова схема кліматичної термокамери КТК3000

2) Фото проведених експериментальних досліджень

7. Орієнтовний перелік публікацій: тези доповідей на наукових конференціях – 1.

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сергій КАШТАНОВ, доцент		

9. Дата видачі завдання 28.10.2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Літературний огляд, будова кліматичних камер	04.11.2020 р.	
2	Опис кліматичної термокамери КТК3000	08.11.2020 р.	
3	Розробка методики проведення експериментального дослідження	11.11.2020 р.	
4	Оформлення результатів експериментального дослідження	14.11.2020 р.	
5	Порівняння отриманих результатів з розрахунковими формулами	17.11.2020 р.	
6	Висновки щодо якості досліджуваного елементу будівельної конструкції	23.11.2020 р.	
7	Креслення, ілюстративні матеріали	30.11.2020 р.	
8	Оформлення пояснювальної записки	07.12.2020 р.	

Студент

(підпис)

Костянтин КОСТЕРЕВ

(ім'я, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Андрій СОЛОМАХА

(ім'я, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської дисертації

за освітньо-магістерської дисертацією

на тему: «Дослідження термічного опору теплопередачі елементів будівельних
конструкцій в кліматичній термокамері КТК3000»

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра за освітньо-професійною програмою підготовки на тему: «Дослідження термічного опору теплопередачі елементів будівельних конструкцій в кліматичній термокамері КТК3000»: 119 с., 20 рис., 10 табл., 5 дод., 25 джерел, 1 креслення типу А2.

Об'єкт для дослідів – кліматична термокамера КТК3000.

Мета роботи - визначення фактичних теплотехнічних показників фрагментів систем фасадного утеплення та перевірка їх відповідності вимогам (термін ефективної експлуатації збірної системи, стійкість системи до кліматичних факторів, циклів).

Під час написання дисертації було розглянуто типи та види кліматичних камер, їх дія та основні технічні характеристики. Був проведений аналіз основних кліматичних випробувань для техніки, будівельних конструкцій та систем. Описано типову будову кліматичних камер та принцип їх роботи в цілому. Надано технічні характеристики кліматичної термокамери КТК3000, було описано її конструкцію, дані холодильного агрегату, щита автоматичного керування, корисного об'єму та самої панелі керування.

Під час експерименту були знайдені характеристики термічного опору конструкцій та приведенного опору теплопередачі, для визначенні стійкості до кліматичних впливів фрагментів систем фасадного утеплення та умов експлуатаційних даних. Після цього були взяті похідні величини, та розрахунковим методом визначено опір для порівняння отриманих даних та отримання похибки між експериментом та теоретичним розрахунком.

Проаналізовано потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори при експлуатації кліматичної термокамери. Визначено заходи і засоби безпеки та охорони праці обслуговуючого персоналу лабораторії.

Дані роботи по дослідження фрагментів систем фасадного утеплення були взяті в «ДП» НДІБК, апробація роботи здійснена доповіддю на XVIII міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів "Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики" у 2020 році з публікацією тез.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: кліматична термокамера, система фасадного утеплення, термічний опір.

ABSTRACT

Master's dissertation for a master's degree in the educational-professional training program on the topic: "Study of thermal resistance of heat transfer elements of building structures in the climatic thermal chamber KTK3000": 119 pp., 20 figures, 10 tables, 5 appendices, 25 sources, 1 drawing type A2.

The object for experiments is the climatic thermal chamber KTK3000.

The purpose of the work is to determine the actual thermal performance of fragments of facade insulation systems and check their compliance with the requirements (the term of effective operation of the prefabricated system, the resistance of the system to climatic factors, cycles).

During the writing of the dissertation the types and kinds of climatic chambers, their action and main technical characteristics were considered. The analysis of the basic climatic tests for technics, building designs and systems was carried out. The typical structure of climate chambers and the principle of their operation in general are described. The technical characteristics of the climatic thermal chamber KTK3000 are given, its design, data of the refrigerating unit, a board of automatic control, useful volume and the control panel are described.

During the experiment, the characteristics of thermal resistance of structures and reduced heat transfer resistance were found to determine the resistance to climatic influences of fragments of facade insulation systems and operating data conditions. After that, the derived values were taken, and the calculation method determined the resistance to compare the obtained data and obtain the error between the experiment and the theoretical calculation.

Potentially harmful and dangerous production factors during operation of a climatic thermal chamber are analyzed. Measures and means of safety and labor protection of laboratory service personnel are determined.

These works on the study of fragments of facade insulation systems were taken in the "DP" NDIBK, approbation of the work was a report at the XVIII International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students "Modern problems of scientific energy supply" in 2020 with the publication of abstracts.

KEY WORDS: climatic thermal chamber, facade insulation system, thermal resistance.

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация на соискание степени магистра по образовательно-профессиональной программе подготовки на тему: «Исследование термического сопротивления теплопередачи элементов строительных конструкций в климатической термокамере КТК3000»: 119 с., 20 рис., 10 табл., 5 доп., 25 источников, 1 чертеж типа А2.

Объект для опытов - климатическая термокамера КТК3000.

Цель работы - определение фактических теплотехнических показателей фрагментов систем фасадного утепления и проверка их соответствия требованиям (срок эффективной эксплуатации сборной системы, устойчивость системы к климатическим факторам, циклов).

При написании диссертации были рассмотрены типы и виды климатических камер, их действие и основные технические характеристики. Был проведен анализ основных климатических испытаний техники, строительных конструкций и систем. Описаны типичное строение климатических камер и принцип их работы в целом. Предоставлено технические характеристики климатической термокамеры КТК3000, было описано ее конструкцию, данные холодильного агрегата, щита автоматического управления, полезного объема и самой панели управления.

Во время эксперимента были найдены характеристики термического сопротивления конструкций и приведенного сопротивления теплопередаче, для определения устойчивости к климатическим воздействиям фрагментов систем фасадного утепления и условий эксплуатационных данных. После этого были взяты производные величины, и расчетным методом определено сопротивление для сравнения полученных данных и получения погрешности между экспериментом и теоретическим расчетом.

Проанализированы потенциально вредные и опасные производственные факторы при эксплуатации климатической термокамеры. Определены меры и средства безопасности и охраны труда обслуживающего персонала лаборатории.

Данные работы по исследования фрагментов систем фасадного утепления были взяты в «ГП» НИИСК, апробация работы осуществлена докладом на XVIII международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Современные проблемы научного обеспечения энергетики» в 2020 году с публикацией тезисов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: климатическая термокамера, система фасадного утепления, термическое сопротивление.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, скорочень, термінів.....	9
Вступ.....	10
1 Загальний опис кліматичних камер.....	11
1.1 Типи камер та їх особливості.....	11
1.2 Опис кліматичних випробувань.....	24
1.3 Типова будова камери.....	26
1.4 Принцип роботи систем камери.....	29
1.5 Висновки з розділу 1.....	30
2 Опис кліматичної термокамери КТК3000.....	32
2.1 Технічні характеристики.....	33
2.2 Конструкція кліматичної термокамери	36
2.3 Висновки з розділу 2.....	44
3 Дослідження процесу теплопередачі в багатошаровій стінці.....	45
3.1 Термічний опір теплопередачі.....	45
3.2 Розрахунок термічного опору.....	50
3.3 Результати експериментального дослідження.....	52
3.4 Висновки з розділу 3.....	64
4 Розробка стартап-проєкту.....	65
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	73
Висновки.....	84
Список використаної літератури та нормативні посилання.....	85

					ТП-391 мп 52 001 ПЗ		
Зм.	Кільк	Арк.	Підпис	Дат			
Студент	Костерев				Дослідження термічного опору теплопередачі елементів будівельних конструкцій в кліматичній термокамері КТК3000 Пояснювальна записка	Стадія	Аркуш
Керівник	Соломаха					МДп	7
П. Контр.						Акрушів	
Н. Контр.	Боженко					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ТЕФ,	
Зав.каф.	Варламов					Кафедра ТПТ	
						119	

Додатки

Додаток А

Методика експериментального дослідження.....88

Додаток Б

Технічне завдання.....110

Додаток В

Акт впровадження результатів магістерської дисертації112

Додаток Г

Список наукових праць і творчих досягнень113

Додаток Д

Результати перевірки на антиплагіат.....114

						<i>ТП-391 мп 52 001 ПЗ</i>	Арк.
							8
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення

R – термічний опір;

λ – теплопровідність;

δ – товщина;

φ – відносна вологість;

α – коефіцієнт тепловіддачі;

q – густина теплового потоку;

Q – тепловий потік;

T, t – температура;

Δt – температурний напір, різниця температур;

τ – час;

F – площа поверхні теплообміну;

C – коефіцієнт випромінення;

l – довжина.

Скорочення

КК – кліматична камера;

КТК – кліматична термокамера;

ДБН – державні будівельні норми;

ДСТУ – державні стандарти України;

ДСН – державні санітарні норми;

Тен - трубчастий електронагрівач;

ПІД - ПІД-регулятор;

НДР – Німецька Демократична Республіка.

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							9
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

ВСТУП

Кліматична камера - камера, що дозволяє точно моделювати агресивну дію навколишнього середовища і застосовується в науково-дослідних установах, які розробляють обладнання для машинобудування, а також оборонної та авіаційної промисловості, перевірки будівельних матеріалів для їх подальшої реалізації в будівництві, передбачає наявність високоточного вимірювального приладу для контролю вологості і температури повітря.

Існує досить широка гама типів кліматичних камер, що імітують різні кліматичні умови (включаючи добові коливання температури / вологості, тиску та ін.) Однак, найбільш поширені камери тепла / холоду / вологості і тепла / холоду. Також їх розділяють за типом охолодження, це повітряні та водяні. Різниця полягає в потрібному часі для виходу на режим, та залежить від економічних умов та доступу до води чи повітря.

Дана робота націлена на конкретну кліматичну камеру, а саме КТК3000 німецького виробництва, 1985 року. Ця камера знаходиться в науково дослідному інституті будівельних конструкцій і слугує в основному для моделювання дій навколишнього середовища для будівельних матеріалів та конструкцій, а особливо для зовнішніх стін, перекриття та покриття будівель і споруд. Дана камера стаціонарна, має водяне охолодження, працює на холодоагенті – фреон 22, та не дивлячись на її вік все ще готова до нових дослідів. Опис її конструкції, умов експлуатації, технічних характеристик та її робота слугує для ознайомлення методики експериментального дослідження, яке буде представлено в даній роботі.

Методика експериментального дослідження має реальну підоснову, розроблена на основі методики та ДБН і ДСТУ. Має основні розрахунки теплового опору теплопередачі, та конкретний огляд досліду який розроблений на основі кваліфікаційних випробувань з визначення стійкості до циклічних кліматичних впливів фрагментів систем фасадного утеплення. Завдяки проведенню статистичного метеорологічний досліду переходів від мінусової до плюсової температури за чотири роки: 2016-2019, можна розробити імітацію умовного життєвого циклу експлуатації матеріалу фасадного утеплення даного прикладу. І провести дослідження в кліматичній термокамері для виявлення строку довговічності, та формуванням гідрозахисного шару. Даний дослід дає можливість наочно зрозуміти, в чому полягає основа даного експерименту, дія кліматичних випробувань та роль кліматичної термокамери.

						<i>ТП-з91 мп 52 001 ПЗ</i>	Арк.
							10
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС КЛІМАТИЧНИХ КАМЕР

1.1 Типи камер та їх особливості

Існує досить широка гама типів кліматичних камер, що імітують різні кліматичні умови (включаючи добові коливання температури / вологості, тиску та ін.). Але найбільш розповсюджені їх розділяють на:

- тепла;
- тепла-холоду;
- тепла-холоду-вологи;
- тепла-вологи;
- шокового замороження;
- барокамери;
- камери сонячної радіації;
- термічна ударна;
- термічна вібраційна;
- камера для старіння (корозії);
- сушильні камери;
- теплові вакуумні.

Також камери бувають різні за розмірами, вони залежать від типів досліджень для яких вони зроблені і можуть бути від 40 до 12000 літрів. Більшість камер є стаціонарними, особливо ті які великі за обсягом. Кліматичні камери мають різні температурні коливання, яке можливо в межах від -100 до +300 °С.

Камери температури та вологи

Найпоширеніші кліматичні камери. Їх використовують для багатьох видів експериментів, як для матеріалів і конструкцій так і для самої техніки та приладів. Існують різні моделі кліматичних камер та термостатичних камер, які вибираються під час конфігурації на основі конкретних вимог до випробувань. Серед найважливіших параметрів для вибору кліматичної камери є: температурний діапазон, швидкість зміни температури (швидкість обміну температурою), розміри та інші параметри. Ці кліматичні камери роблять досліді в багатьох галузях, таких як:

- електронна та радіоелектронна;
- автомобілебудування;
- аерокосмічна індустрія;
- виробництво матеріалів;

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							11
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

- хімічна;
- медична;
- харчова.

Дані камери використовуються для тепло- і холодостійкості, сухості та вологостійкості. Завдання температурних кліматичних камер полягає в тому, щоб зробити перевірку якості вироблених товарів/матеріалів, їх надійність, завдяки симуляції температурних та вологих режимів, який піддає продукт змінним екстремумам високих і низьких температур, отримання сертифікатів для подальшої їх реалізації. Температурні та термостатичні камери дають змогу у дослідях під дією агресивних зовнішніх чинників надати можливість подальшої перевірки експлуатаційних якостей виробів та матеріалів. За період від одного до чотирьох-п'яти місяців експерименту наприклад над матеріалом можна дати його технічні характеристики, надійність та експлуатаційну дію на наступні 5-50 років. Наприклад взяти плиту стіни для будівлі, з якої хочуть згодом побудувати будинок. Одна її частина буде на вулиці, тобто весь час рік за роком вона буде піддаватися дії навколишнього середовища, а оскільки будинки чи споруди будують терміном використання не один два роки, а в кілька разів більше, то і треба зрозуміти як вона перенесе все це завдяки кліматичним камерам. Такі камери за кілька днів можуть провести дану плиту через основні етапи дії навколишнього середовища шляхом перепаду сезонів за рік, тобто провівши серію циклів – заморожування – відтавання – нагрівання – дощування – вплив сонячної радіації. Вже на завершальному етапі можна отримати висновки щодо подальшої долі даного матеріалу, чи зможе він виконувати свої функції протягом років, чи можна виписати йому сертифікат для його реалізації, або зрозуміти на основі цих випробувань, що він не може відповідати ДБН, ДСТУ, ДСН чи відповідним сертифікатам.

Їх основна особливість полягає в різноманітності випробувань, які можна проводити. Перевірка на довговічність, енергоефективність, доцільність у виробництві. Завдяки таким камерам можна отримати сертифікати на виробництво товарів та приладів з подальшою їх реалізацією. Також сюди відноситься енергоефективність обладнання, оскільки дані камери повинні працювати протягом великої кількості часу, що апріорі робиться ще при виробництві самих камер, оскільки чим менше буде споживати кліматична камера електроенергії, води, фреону та іншого, тим вигідніше можна буде її окупити і використовувати. Такі камери можуть робитися більш екологічними завдяки новітнім матеріалам, які з кожним роком все більше розвиваються в різних галузях виробництва. Також вони здебільшого робляться на поточному виробництві на заводах, що надає їм контроль якості від виробника, які перед загальним продажем роблять перевірки на

						<i>ТП-391 мп 52 001 ПЗ</i>	Арк.
							12
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

доцільність та працездатність камер. Система має температурні прилади для вимірювання різних характеристик та параметрів, що є дуже важливим під час будь яких експериментів. Новітні камери пристосовують вже і до нових технологій, тобто як приклад їх можна контролювати на відстані, будь то планшет чи смартфон, отримувати на девайси дані після роботи чи під час роботи і корегувати їх [1].

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [2, 3]:

- високотемпературний ударний діапазон в межах $+60 \sim +150$ °C;
- низькотемпературний ударний діапазон в межах $-55 \sim -10$ °C;
- висока температура камери в межах $+60 \sim +200$ °C;
- низька температура камери в межах $-70 \sim -10$ °C;
- коливання температури в межах $\pm 0,5$ °C;
- рівномірність температури в межах ± 2 °C;
- час впливу температур та вологості в межах 30-60 хвилин;
- діапазон вологості 20 ~ 98 %;
- постійність вологості в межах $\pm 2,5 \sim 5$ %.

Барокамери

Існують різні типи напірних камер, деякі використовують бак з газом високого тиску, інші використовують ручний насос, але всі вони працюють за одним і тим самим основним принципом, і в більшості випадків робота та використання різних типів напірних камер ідентична. Барокамера - це просто пристрій для подачі тиску повітря на зразок (або виріб), де більша частина зразка знаходиться всередині камери, але невелика частина піддається зовнішній стороні камери через пломбу. З боку нагнітальної камери навантажують зразок тиском рідкого або газоподібного середовища, інертною по відношенню до матеріалу випробуваного зразка. Такі камери використовують для дослідження різних виробів і матеріалів, електроніки і зокрема анероїдів, баротрансмітерів, барографів, барометрів. Також барокамери використовують для похідних рослин, різних видів промисловості, таких як у виготовленні каучука.

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [2]:

- робочий діапазон 100 ~ 11000 ГПа;
- об'єми камер > 20 л.

Тестова камера для скринінгу

Тестова камера для скринінгу стресу навколишнього середовища відповідає на одне важливе питання:

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							13
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

- Як довго ваш продукт може витримувати свою первісну ефективність?

Продукти повинні підтримувати свою ефективність навіть після багатьох циклів використання, чим більше вони дотримуються своїх початкових характеристик, тим вища їх якість. Тест на скринінг напруги (ESS Test) - це процес, який проводить виробник продукції з метою підвищення її якості. Ці випробування допомагають виробникам виділяти, поки ще на стадії прототипу, ті проблеми, які, якщо вони не будуть вирішені на етапі проектування, можуть виникнути протягом терміну служби виробу при нормальному використанні.

Тест-скринінгова камера піддає зразок випробовуванню більших теплових напружень порівняно з традиційною камерою, щоб виявити приховані дефекти, виробничі помилки або раннє руйнування продукту, щоб втрутитися на стадії вище за виробничим процесом, з метою виправлення проблеми та поліпшення загальної якості. Така камера більш потужна за звичайні кліматичні, вона використовується для виконання гарячих та холодних циклів із крутими градієнтами температури.

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [2]:

- ємність в межах 225 ~ 3000 л;
- діапазон температур в межах -70 ~ +150 °C;
- відхилення температури в межах ± 2 °C;
- коливання температури в межах $\pm 0,5$ °C;
- температурна сталість в межах ± 3 °C;
- швидкість нагрівання лінійно в межах -40 ~ +85 °C, 15 °C / хв;
- швидкість охолодження лінійно в межах -40 ~ +85 °C, 15 °C / хв;
- діапазон вологості в межах 20 ~ 98 %;
- відхилення вологості ± 3 % Вв (> 75 % Вв), ± 5 % Вв (< 75 % Вв);
- коливання вологості в межах ± 2 %.

Кліматична камера для випробування точки роси

Кліматична камера для тестування роси, що входить у частину видів камер із дослідженням вологості, відмінна від них типових тим що має інакшу конструкцію. Це зумовлено іншою сферою сприйняття виробів і матеріалів для дослідження. Тобто вона включає наступні основні компоненти, що дозволяє легко знімати внутрішню частину в її стандартній конфігурації [2]:

- кришка з оргскла (має спеціальну форму, яка забезпечує концентрацію роси навколо випробувального пристрою та запобігає потраплянню крапель води на зразок);

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							14
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

- водяна баня (термо-регульована, така ж велика як і оргскло, що дозволяє воді випаровуватися на всій її поверхні ідеально під зразком);
- водяні насоси (спеціалізовані, які подають воду різної температури, в залежності від досліду).

В останні роки швидкий розвиток електронних пристроїв та мікроелектронних компонентів у транспортних засобах створює необхідність тестового аналізу, та науково-дослідне обладнання, яке можна використовувати для оцінки функціональності цих мініатюрних, високопродуктивних пристроїв. Електронна та мікроелектронна надійність компонентів, навіть у короткостроковій перспективі піддається дії високої температури та вологості. Вологість у поєднанні із забрудненням може створити корозію на поверхні компонентів, провідних доріжках та металізацію стружок, завдяки чому зменшується надійність даних та продуктивність. Кліматичні камери для випробування роси дають сферу тесту, яка виявляється у дослідженні поведінки зразка при дії роси, для виявлення можливої несправності або неполадки, які можуть бути спричинені недоліками або дефектами виробу, наприклад недостатньою ізоляцією. Така конфігурація дозволяє наприклад проводити випробування відповідно до останніх стандартів.

Камери сонячної радіації

Камера сонячної радіації імітує вплив сонячних променів на дослідні матеріали. Вона призначена для оцінки довговічності матеріалів та їх стійкості до деструктивного впливу сонця. Такі камери є простими та економічними.

Джерелом випромінювання в основному служать ксенонові лампи дугового типу в діапазоні від 260 до 780 нм із повітряним чи водяним охолодженням. Потужність ламп варіюється від 700 до 5000 Вт. Найчастіше лампи мають систему охолодження (водяне або повітряне). Більше того, завдяки спеціальній катоптричній системі для забезпечення кожного зразка експозиції отримують однорідний розподіл освітленості. Камери сонячної радіації оснащені однією або трьома лампами. На відміну від везиromетрів з УФ-лампами, камери сонячної радіації використовуються для світлостійкості матеріалів і покриттів і оцінки втрати кольору.

Широке застосування камери сонячної радіації знаходять в авіабудуванні, лакофарбовій промисловості, автомобілебудуванні, текстильному виробництві.

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [4]:

- потужність ламп в межах 700 ~ 5000 Вт (вузька або широка смуга);
- діапазон освітленості в межах 260 ~ 780 Нм;
- діапазон температур в межах +30 ~ +80 °С;

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							15
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

- термін служби лампи близько 1000 ~ 2000 годин;
- площа експозиції >1000 см²;
- розширені УФ-фільтри денного світла, чи віконно-скляні.

Камера для тестування сонячних панелей

Ця кліматична камера – це каскадна компресійна холодо-теплова і сонячна установка, призначена для тестування сонячних панелей. Такі камери тестують не тільки сонячні панелі, а і фотоелектричні інвертори, або фотоелектричні елементи чи модулі.

Щоб перевірити сонячні панелі на дію навколишнього середовища, потрібно робити багато перевірок. Камера дає можливість досліджувати в умовах холоду-тепла, сонячної радіації, робити перевірку напруги та тестування струму навіть при увімкнених панелях, адже ці випробування напруги залежать від подальшого виробництва та реалізації панелей. Це все можливо завдяки унікальній конструкції розподілу повітряного потоку всередині камери, які імітують доповнену частину дії навколишнього середовища; циклічність температури, вологість тепла та замерзання.

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [2]:

- діапазон температур в межах -70 ~ +150 °C;
- відхилення температури в межах ± 2 °C;
- коливання температури в межах $\pm 0,5$ °C;
- швидкість нагрівання лінійно в межах -40 ~ +85 °C, >200 °C / год, при навантаженні 300 кг, без теплових викидів;
- швидкість охолодження лінійно в межах -40 ~ +85 °C, >200 °C / год, при навантаженні 300 кг, без теплових викидів;
- діапазон вологості в межах 20 ~ 98 %;
- відхилення вологості ± 3 % Вв (> 75 % Вв), ± 5 % Вв (< 75 % Вв);
- коливання вологості в межах ± 2 %;
- повне навантаження ± 10 фото-модулів для завантаження у вертикальній орієнтації.

Теплові вакуумні камери

Теплові вакуумні камери здатні штучно створити операційні умови (температура та високий вакуум) цілих модулів, виробів або обладнання.

Є розроблений широкий спектр теплових вакуумних камер завдяки великому досвіду в декількох технічних аспектах, що застосовуються в екологічному моделюванні та випробуваннях. Теплові вакуумні камери здатні штучно створити умови роботи (температура і високий вакуум) цілих супутників або обладнання, що використовується на

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							16
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

борту супутників. Такі камери обладнанні комбінованою системою охолодження, змішаною з нагрівальними лампами.

Вони можуть відтворювати:

- контроль значень тиску до $7 \sim 10$ Мбар;
- стабілізація значень тиску (за запитом);
- програмовані цикли тиску;
- програмовані температурні цикли;
- диференціальні теплові конфігурації « саван » і « холодна плита ».

Вакуум отримують за допомогою системи первинних насосів (обертальних і кореневих) та вторинних насосів (криогенних та турбо-молекулярних). Для терморегуляції використовується спеціальна проміжна рідина, що охолоджується механічним охолодженням для отримання значень температури в діапазоні $-70 / + 150$ ° С. За запитом можна скористатися LN2 для зв'язку температури нижче -190 ° С або система, заснована на циркуляції в кожусі GN2 під тиском при постійній щільності, що дозволяє контролювати температури в діапазоні $-173 / + 150$ ° С. Нагрівання виконується за допомогою I.R. лампи. Спеціальні програмні пакети були створені для того, щоб здійснювати управління тепловою вакуумною камерою за допомогою ПК, яке доступне також з такими додатковими елементами, як сонячне моделювання, система контролю горизонтальності, системи збору даних та моніторингу тощо.

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [5]:

- діапазон температур в межах $-195 \sim +150$ °С;
- механічне охолодження доступне в діапазоні $-70 \sim +150$ °С;
- контроль значення тиску (вакууму) $7 \sim 10$ Мбар;
- об'єм камер в діапазоні $300 \sim 500$ м³;
- коливання температури в межах ± 2 °С;
- рівномірність температури в межах ± 2 °С.

Також до цього виду можна додати сенсорні вакуумні автоклави. Найбільша їх різниця це розмір камер, автоклави в основному можуть поміститися на робочий стіл, а термічні вакуумні камери мають розмір кімнат в будинках. Але не тільки в цьому різниця. Автоклави в основному використовуються в стоматологічних закладах, офтальмологічних закладах, різних видів медичних лабораторій, салонах краси. Ці невеликі « ручні » камери, використовують для стерилізації обладнання та матеріалів, буде той твердий, пористий чи навіть порожнистий. У їх конструкції так само можна побачити систему управління з різними програмами, парогенератор та витяжку, насоси, та резервуар з водою. Такі вакуумні

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							17
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

камери поєднує система, яка йде з подвійним блокуванням для забезпечення безпеки, а також V&D тесту та процедур вакуумного тестування для перевірки на проникність.

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [5]:

- об'єми камери 18 ~ 40 л;
- потужність 2 ~ 2,5 кВт;
- час циклу стерилізації 35 ~ 60 хв;
- потрібність у дистильованій воді;
- температура в межах до 140 °C;
- діапазон тиску в межах 2 ~ 2,2 бар;
- залишкова вологість < 0,2 %.

Термічні ударні камери

Камера для випробування на тепловий удар, або також відома як трьох зонна термічно шокова камера використовується для перевірки стійкості зразка в умовах екстремального високого та низького температурного циклу, що перевіряє хімічні зміни або фізичні пошкодження внаслідок розширення тепла та стиснення холоду протягом короткого періоду. Із особливостей таких камер можна виділити внутрішній простір, який розділений на три частини [6]:

- зона високої температури;
- зона низької температури;
- місце для зразка, яке знаходиться в центрі між іншими двома зонами, і яке може поєднувати їх чи повністю перекриватися між ними. Також це місце, як його буває називають « корзина », може переміщатися між верхньою і нижньою частинами камери, де є різні температурні зони.

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [7]:

- діапазон високої температури в межах +80 ~ +200 °C;
- діапазон низької температури в межах -80 ~ -10 °C;
- коливання температури в межах $\pm 0,5$ °C;
- рівномірність температури в межах ± 2 °C;
- швидкість переміщення між зонами з температурами ~ 10 сек;
- діапазон вологості в межах 20 ~ 98 %;
- постійність вологості в межах $\pm 2,5$ ~ 5 %.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							18
Зм.	Кіль	Арк.	№ до	Підпис	Дат		

Термічно-вібраційні камери

Камера термічно-вібраційна (вібраційна камера навколишнього середовища) поєднується з електродинамічним вібратором, щоб випробування на вібрацію можна було проводити за різної температури та вологості. Електродинамічний вібратор може забезпечувати вертикальну вібрацію зі столиком для ковзання та горизонтальну вібрацію. Також доступна із різною кількістю вісей. Завдяки спеціальному підйомному столу і рейкам, камера може рухатися вгору, вниз, вліво і вправо для забезпечення перевірки дослідів на виявлення механічних пошкоджень матеріалів та виробів.

Вібраційне випробування проводиться з метою введення в конструкцію примусової функції, як правило, із застосуванням вібраційного шейкера або машини для випробувань на вібрацію. Ці індуковані вібрації, випробування на вібрацію або випробування на шейкері і дають оцінку багатьом речам, включаючи кваліфіковані вироби під час проектування, відповідність стандартам, нормативним кваліфікаціям, випробування на втому, скринінг продукції та оцінки ефективності.

Такі камери корисні для різних галузей, особливо для аерокосмічної, авіаційної, нафтової, електронної та радіоелектронної.

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [3]:

- ємність в межах 63 ~ 1000 л;
- діапазон температур в межах -70 ~ +180 °C;
- коливання температури в межах $\pm 0,5$ °C;
- відхилення температури в межах ± 2 °C;
- діапазон вологості в межах 10 ~ 99 %;
- швидкість охолодження в межах 3 ~ 5 °C / хв;
- вібрація в межах > 5000 кгс, 100 г.

Камери для старіння (корозії)

Камера для випробування на корозію, також відома як камера для випробування сольовим розпилювачем, може допомогти виробнику зрозуміти, як корозія впливає на ваш продукт, яке найкраще покриття або які матеріали можуть бути найбільш придатними в контексті використання.

Процес корозії відбувається внаслідок хімічної / електрохімічної реакції відкритої поверхні з навколишнім середовищем, що поступово призводить до деградації матеріалу. Це явище зазвичай називають розпадом металів, але майже всі матеріали піддаються деградації, і рівень забруднення в наш час може прискорити цей процес. Корозія може пошкодити будівлі, машини або комунальні послуги, а ремонт може стати дуже дорогим. Отже краще

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							19
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

діяти заздалегідь і знати, якою може бути ваша продуктивність під впливом корозійних речовин, протестувавши її за допомогою корозійної випробувальної камери, щоб вжити будь-яких належних заходів у разі несподіваних результатів.

Існує велика різноманітність випробувань сольовим розпилювачем, які може проводити камера для випробування на корозію, яка може бути обрана, залежить від сфери застосування та від типу та розміру випробувального продукту. Основним типом тесту, який потрібно виконати, є:

- випробування на суху корозію, при якому випробовуваний продукт піддається циклам сольового розпилення, що супроводжується фазами сушіння з низькою вологістю (на фазі сушіння невеликі відкладення солі викликають потужну корозійну атаку);
- постійне випробування сольовим розпиленням, при якому продукт постійно піддається дії фази розпилення солі, а отже і корозії, до кінця тривалості випробування;
- альтернативний розпилювач солі, в якому можна чергувати фази розпилення солі та стояти на етапі.

Умови для ініціювання процесів корозії, такі як « Філіформна корозія » або « Корозія на струпах », можуть бути відтворені в камерах для випробування на корозію, дотримуючись основних міжнародних стандартів.

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [4]:

- температурний діапазон в межах $+20 \sim +100$ °C;
- температурна сталість в межах $\pm 0,5$ °C;
- рівномірність температури в межах ± 3 °C;
- рівень шуму < 75 Дб;
- діапазон напруги в межах $3 \sim 50$ Вт;
- діапазон струму $\pm 5\%$;
- швидкість виявлення в межах $7 \sim 12$ сек / цикл.

Калориметр

Калориметр – прилад для вимірювання кількості тепла, що її виділяє або вбирає тіло. Застосовується як основний прилад в калориметрії – сукупності методів вимірювання теплових ефектів, які супроводять різні хімічні, фізичні та біологічні процеси. Перший льодовий калориметр створений Дж. Блеком ще у 18 столітті. Сьогодні екологічне кондиціювання стало масовим товаром, наявність кондиціонера в будинку чи машині, що було досить рідкісним до кількох десятиліть тому, тепер стало звичним явищем. В

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							20
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

залежності від характеру теплообміну розрізняють ізотермічні, ідіабатичні та теплопровідні прилади і тривалістю дослідження від часток секунди до декількох десятків діб. Це обладнання в основному потрібно для перевірки ефективності та потужності опалення або охолодження кондиціонерів для того, щоб знайти потрібний компроміс між потужністю та розміром агрегатів. Основні версії психрометричних, балансних або каліброваних калориметрів доступні в кілька конфігурацій відповідно до потужності пристрою під найважливіші стандарти, можуть вибираючи відповідну конфігурацію камери для тестування повітря кондиціонери, теплові насоси, спліт-системи та компоненти для автомобілів та побутових приладів. Психрометричний метод вимірює екологічні параметри вище за течією і нижче за течією зразка для розрахунків енергії, що обмінюється. Ваги або калібрований метод вимірюють енергія, якою обмінюються всі компоненти у тестовому просторі для розрахунку ціла енергія в навколишньому середовищі. Як тільки енергетичні значення стануть відомими, виділені алгоритми дозволяють знаходити ефективність випробовуваного пристрою для обидва методи. Інші індивідуальні версії такі як тунелі повітряного потоку та ентальпії, лавки із закритим / відкритим контуром та компресор калориметри виробляються відповідно до специфікації клієнтів.

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [8]:

- температура в приміщенні в діапазоні $+10 \sim +40$ °C;
- температура на відкритому повітрі в діапазоні $-20 \sim +60$ °C;
- відхилення від температури ± 2 °C;
- коливання температури ± 1 °C;
- діапазон вологості в межах $20 \sim 98$ %;
- постійність вологості в межах $\pm 2 \sim 3$ %;
- теплова потужність $12 \sim 20$ кВт;
- максимальна витрата пари 25 кг / год;
- потік повітря 4000 м³ / год;
- поглинаюча потужність $115 \sim 155$ кВт.

Вибухозахищена камера

Випробувальні камери для вибухозахищених батарей та акумуляторів високих та низьких температур. За допомогою таких камер можна інтегрувати тестування життєвого циклу акумулятора та екологічні камери в цілі і високоефективні системи, які будуть підтримувати весь процес розробки та тестування акумулятора. Кліматична камера може бути обладнана залежно від набору конкретних параметрів щодо виду випробування та

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							21
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

зразка. Наприклад мати оснащення перевірки зарядки акумулятора, чи обладнання яке підтримує його в робочу стані, та багато інших тестувань.

Вибухозахищені камери роблять випробування та визначення придатності зберігання та використання нікель-кадмієвих батарей, нікель-водневих акумуляторів, літій-іонних акумуляторів, свинцево-кислотних акумуляторів та літєвих батарей у різних кліматичних умовах, таких як стійкість до високих та низьких температур, температура та вологість. Такі випробування корисні для багатьох галузей на заводі автозапчастин, акумуляторному заводі, енергетичній компанії які виробляють будь-яку техніку чи товар з електричними акумуляторами чи батареями, військових, підрозділах досліджень та розробок. Такі випробування та дослідження дуже ретельно стежать за стандартами якості та безпеки, яких доволі багато для цієї частини промисловості, адже акумулятори та батареї зараз дуже сильно впливають на людське життя в дуже багатьох аспектах та життєдіяльності.

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [9]:

- температурний діапазон в межах $-40 \sim +150$ °C;
- відхилення від температури $< \pm 2$ °C;
- коливання температури $\pm 0,5$ °C;
- швидкість нагрівання лінійно в межах $-40 \sim +100$ °C за 45 хвилин (при температурі навколишнього середовища $+25$ °C);
- швидкість охолодження лінійно в межах $+20 \sim -40$ °C за 60 хвилин (при температурі навколишнього середовища $+25$ °C);
- діапазон вологості в межах $10 \sim 95$ %;
- постійність вологості в межах $\pm 2 \sim 3$ %.

Кліматична камера з охолодженням Пельтьє

Термоелектричне охолодження використовує ефект Пельтьє для створення теплового потоку на стику двох різних типів матеріалів. Охолоджувач, нагрівач або термоелектричний тепловий насос Пельтьє - це твердо тілий активний тепловий насос, який передає тепло від однієї сторони приладу до іншої, споживаючи електричну енергію , залежно від напрямку струму. Але основне застосування ефекту Пельтьє - охолодження. Однак цей ефект можна також використовувати для нагрівання або регулювання температури. У кожному випадку потрібна напруга постійного струму.

Деякі переваги використання термоелектричного охолодження Пельтьє в електронних пристроях включають:

- відсутність хлорфторвуглеводнів або викидів холодоагенту;
- низькі витрати;

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							22
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

- довговічність (із-за відсутності рухомих частин);
- індивідуальне керування окремих елементів;
- сумісний з екстремальними середовищами або віддаленими місцями;
- енергоефективність;
- невеликі розміри;
- гнучка форма.

Камера з постійним кліматом може нагрівати внутрішній простір до 70 °С та охолоджувати до 5 °С. Для цього призначена малощумна, довговічна та енергозберігаюча технологія охолодження та опалення Пельтьє. В процесі опалення частина необхідної енергії витягується з навколишнього середовища (принцип теплового насоса). Вологість повітря в камері можна регулювати від 10 до 90%, яка підвищується за рахунок випаровування води з резервуару та подачі всередину, і зменшується за рахунок конденсації на модулі Пельтьє. Діаграма температури і вологості в програмі щита керування кліматичної камери визначає, в якому діапазоні температур і вологості можлива постійна робота без конденсації. Елементи технології Пельтьє для енергоефективного охолодження та опалення можна керувати індивідуально, забезпечуючи рівномірний розподіл температури та вологості в камері.

Температурно-вологий робочий діапазон:

- діапазон А. У цьому діапазоні температуру та вологість можна комбінувати, як завгодно, без результату будь-яка значна конденсація. Якщо є екстремальні умови навколишнього середовища, робочий діапазон може бути обмеженим.
- діапазон В. Якщо вказаний діапазон перевищується вгору, наприклад 80% при 60 ° С, гаряча пара, що подається, негайно конденсується, завдяки точці роси, в найхолоднішій точці приладу.
- діапазон С. При низьких температурах та низькій відносній вологості повітря ефективний діапазон сильно залежить від ступінь вологості навантаження камери.

Постійні кліматичні камери можуть використовуватися виключно для тестування температури та клімату матеріалів та речовин у контексті процедур та специфікацій. Випробувальні камери не є вибухозахищеними. Камери можуть бути завантажені лише матеріалами та речовинами, які не можуть утворювати токсичних або вибухонебезпечних парів при діапазоні температур до 70 °С, та які самі не можуть вибухнути, чи запалитися. Тестові камери не можна використовувати для сушіння, випаровування та нанесення фарб або подібних матеріалів, розчинники яких можуть утворювати вибухонебезпечну суміш у поєднанні з повітрям.

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							23
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Основні характеристики таких камер в середньому можна озвучити як [10, 11]:

- температурний діапазон без освітлення в межах $0 \sim +70^{\circ}\text{C}$;
- температурний діапазон з освітленням в межах $+15 \sim +40^{\circ}\text{C}$;
- коливання температури $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- зміни температури (просторові) $\pm 1^{\circ}\text{C}$;
- діапазон вологості в межах $10 \sim 90\%$;
- постійність вологості в межах $\pm 0,5\%$;
- точність регулювання вологості в межах $\pm 1\%$;
- ємність в межах $100 \sim 1500$ л;
- споживана потужність $300 \sim 4000$ Вт.

1.2 Опис кліматичних випробувань

Необхідні параметри стійкості виробів до впливів кліматичних чинників закладаються ще на етапі їх проектування і конструювання та забезпечуються у виробництві. Відносно точну оцінку таким параметрам можуть дати випробування виробів в умовах, що імітують експлуатаційні впливи. Принципи оцінки результатів випробувань повинні давати впевненість у тому, що спроектовані нові вироби будуть мати в експлуатації не гіршу стійкість, ніж їхні попередники. Однак є вироби (наприклад, компоненти радіоелектронної апаратури тощо), які експлуатуються за різних кліматичних умов, і для них практично неможливо при випробуваннях імітувати усі без винятку випадки зовнішнього впливу. Досвід у галузі випробувань показав, що можна обмежитися певним комплексом типових кліматичних факторів, сформованим емпірично. Будучи не завжди у точній відповідності до реальних умов експлуатації, використані чинники, тим не менше, дозволяють отримувати потрібну інформацію у стислі терміни за рахунок збільшення рівня та/або тривалості дії впливів, прикладених до виробів у процесі випробувань. Першою і неодмінною умовою відтворюваності результатів випробувань є їх повний і точний опис, що виключав би всяку невизначеність тлумачення [12].

Для точного моделювання умов температурного впливу та впливу інших факторів (вологість, тиск, сонячне опромінення тощо) на виріб у процесі випробувань використовують кліматичні камери [12].

Вплив зовнішніх знижених і підвищених температур

Вплив підвищеної і зниженої температури є одними з основних чинників, що визначають нестабільність і деградацію параметрів будь-якого виробу [12].

Температурний вплив у першу чергу пов'язаний із добовими та сезонними змінами температури навколишнього середовища в процесі експлуатації. Зовнішні температурні

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							24
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

фактори можуть діяти і в поєднанні з певним (підвищеним) тепловим режимом та іншими зовнішніми факторами, що мають місце при експлуатації виробів. Найсприятливіші умови функціонування для об'єктів дослідження складаються при стаціонарному температурному впливі на них, в умовах сталого режиму експлуатації або зберігання, коли вони тривалий час перебувають у відносно незмінних температурних умовах, що не перевищують за ступенем жорсткості впливу оптимальні умови, рекомендовані нормативно-технічною документацією [12].

Температурні межі апаратури визначаються зовнішнім кліматичним впливом, а також джерелами тепла всередині виробу, тому в процесі проведення випробувань потрібно враховувати дію всіх можливих джерел підвищення температури [12].

Випробування на стійкість до температурних чинників (теплостійкість) визначає здатність виробу протистояти негативному впливу кліматичного чинника (зберігати свої параметри і зовнішній вигляд) і продовжувати працювати у процесі після закінчення дії негативного факторів. Після проведення випробувань перевіряється зовнішній вигляд, механічні властивості і вимірюються електричні параметри апаратури [12].

Тривалість випробування на теплостійкість визначається часом, необхідним для того, щоб виріб досяг температурної рівноваги, а також часом, необхідним для перевірки параметрів. Вимірювання параметрів виробів проводиться після досягнення теплової рівноваги і витримки протягом заданого часу, виріб з камери не виймається [12].

Випробування в умовах циклічної зміни температури

Випробування на вплив циклічної зміни температур проводять для визначення здатності виробів протистояти швидкій зміні температури. В ході випробувань вироби піддають дії швидкої зміни температури від верхнього до нижнього значень і у зворотному напрямку. Загальне число циклів впливів зазвичай встановлюється рівним трьом, іноді вибирається інше число циклів (коли воно спеціально не обумовлено). Кожен цикл складається з двох етапів: спочатку вироби поміщають в камеру холоду, а потім в камеру тепла, температури в яких встановлюються залежно від ступеня жорсткості випробувань [12].

Різновидом даного виду випробувань є випробування на тепловий удар, при якому вироби поміщають на певні періоди у середовища з мінімальною і максимальною допустимими за технічними умовами температурами [12].

Випробування на вологостійкість

Вплив підвищеної вологості здатен викликати безліч видів відмов, наприклад: коротке

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							25
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

замикання в електричних колах, порушення ізоляції між інтегральні схеми в метало-скляних чи метало-порцелянових корпусах з вільним об'ємом тощо [12].

У процесі безперервних випробувань не передбачається конденсація вологи на вироби, тому безперервні випробування проводять за постійних температур і вологості в камері. Час витримки виробів при заданій температурі визначається необхідністю досягнення виробами теплової рівноваги. Аналогічно побудована методика короточасних випробувань виробів при безперервному режимі [12].

Випробування на стійкість до впливу сонячної радіації

Випробування на стійкість до впливу сонячної радіації проводиться з метою виявлення порушення покриття виробу, маркувань, а також інших прихованих дефектів. Сам процес випробування в умовах сонячної радіації полягає у тому, що після зовнішнього огляду і перевірки параметрів виріб поміщають в камеру, в ній його опромінюють світловим випромінюванням заданого типу та інтенсивності, близьким до сонячного світла. Випробовуваний виріб встановлюють в камеру так, щоб опромінення діяло на виріб під кутами, які відповідають умовам експлуатації виробу [12].

Для того щоб визначити чи має місце порушення зовнішнього вигляду виробу застосовується метод порівняння виробу, на якому проводилося випробування з еталоном. Як «еталон» використовується один з виробів, наданий на випробування [12].

Залежно від того, для чого використовується виріб і передбачуваних умов експлуатації, випробування може проводитися в різних теплових умовах, що імітуються в спеціальній випробувальній камері [12].

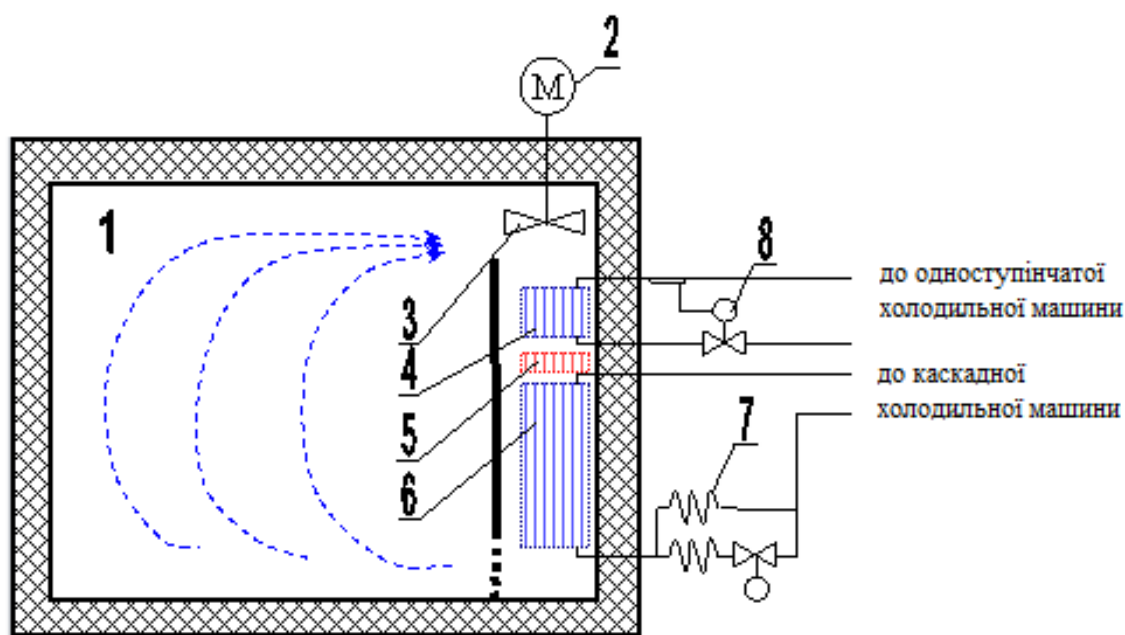
1.3 Типова будова камери

Більшість кліматичних камер мають типове влаштування і по більшій частині різняться загальним розміром, чи технічною складовою їхнього призначення. Тобто основними частинами камери є [13]:

- холодильний агрегат (спосіб нагрівання);
- корисний об'єм;
- щит автоматичного керування;
- панель керування.

Робочий об'єм виконаний у вигляді шафи з розміщеними всередині теплообмінниками для забезпечення режимів випробувань. Робочий об'єм забезпечений орними дверима з оглядовим вікном і системою захисту від обмерзання. Для запобігання попадання атмосферної вологи в робочий об'єм камери слід максимально обмежити тривалість відкриття дверей при працюючих холодильних агрегатах [13].

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							26
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		



1 – повітря, яке циркулює; 2 – привід; 3 – осьовий вентилятор; 4 – випарник; 5 – тени;
6 – випарник; 7 – система капілярних трубок; 8 – терморегулюючий вентиль.

Рисунок 1.1 - Схема робочого об'єму кліматичної камери [13]

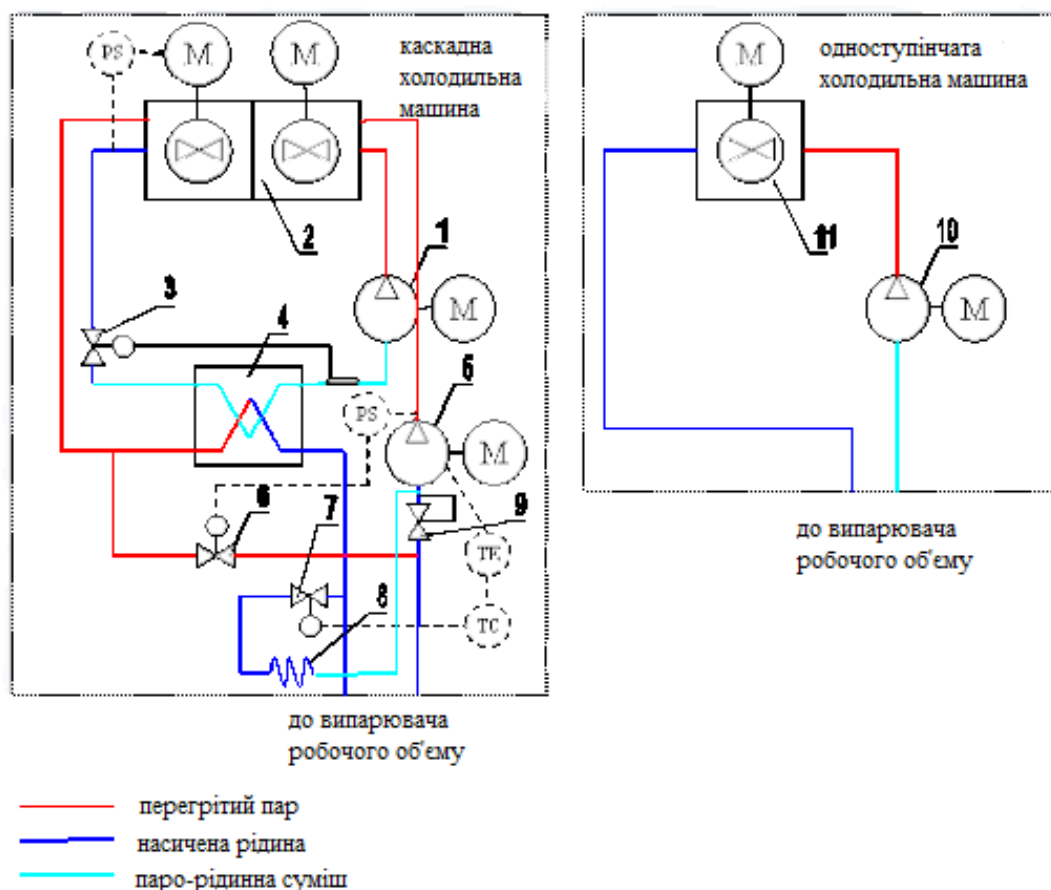
Корпус камери, як правило, встановлюється на жорстку колісну раму із сталевого профілю. Для запобігання самовільного переміщення камери під час роботи на колесах є гальмівні колодки. Камери об'ємом понад 500 л. встановлюються стаціонарно [13].

Холодильний агрегат виконується на знімній монтажній плиті, що знаходиться всередині рами. Зовні агрегат закритий кожухами, що забезпечують вільний доступ повітря для охолодження пристроїв холодильної машини [13].

Зм.	Кіль	Арк.	№ до	Підпис	Дат

ТП-391 мп 52 001 ПЗ

Арк.
27



1 – компресор верхнього каскаду; 2 – повітряний конденсатор; 3 – теплорегулюючі вентилі; 4 – конденсатор-випарник; 5 – компресор нижнього каскаду; 6 – соленоїдний клапан; 7 – клапан; 8 – капілярна трубка; 9 – регулятор тиску; 10 – компресор; 11 – конденсатор повітряного охолодження.

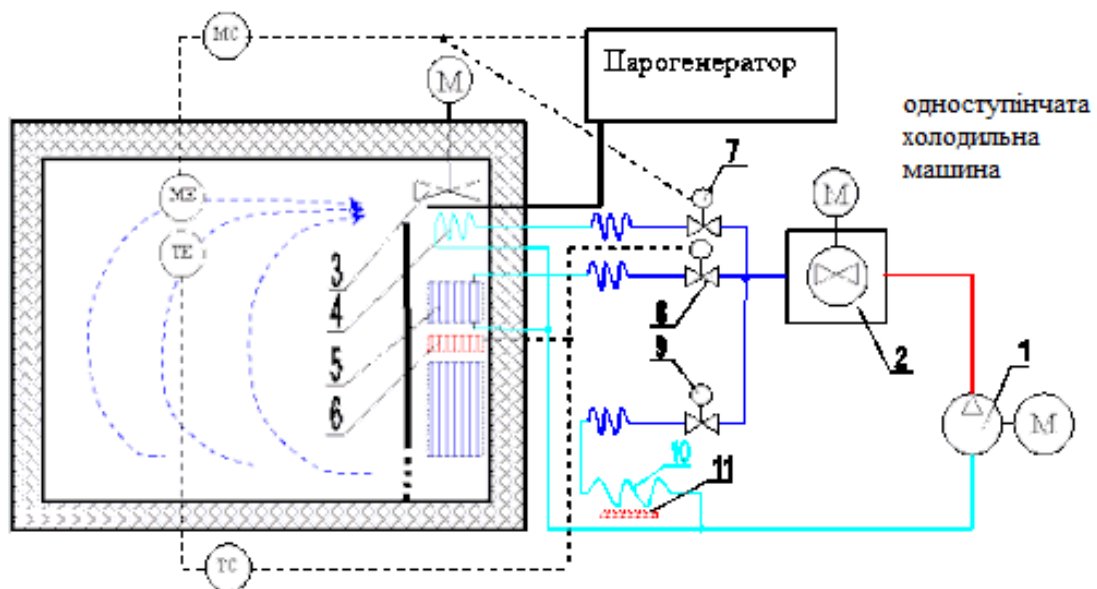
Рисунок 1.2 - Гідравлічна схема холодильних машин кліматичної камери [13]

На бічній стінці робочого об'єму встановлюється щит автоматичного управління, в якому розташовується основне електрообладнання та елементи автоматики. Органи управління знаходяться на верхній панелі камери, як правило, над дверима робочого об'єму [13].

Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат

ТП-391 мп 52 001 ПЗ

Арк.
28



1 – компресор; 2 – конденсатор повітряного охолодження; 3 – одноступенева холодильна машина; 4 – осушувач; 5 – випарник; 6 – тєни; 7 – солєноїдний вентиль; 8 – тєплорєгулюючі вентиль; 9 – клапан; 10 – капілярна трубка; 11 – тєни.

Рисунок 1.3 - Схема систем підтримки вологості [13]

1.4 Принцип роботи систем камери

Основні принципи дії систем кліматичних камер також є незмінним. Вони розділені на роботу окремих ділянок влаштування камер, основні з яких є холодильний агрегат - (термічний) та її суміжні для роботи компоненти [13].

Повітря, що знаходиться в робочому обсязі циркулює завдяки застосуванню високошвидкісного осьового вентилятора, привід якого встановлено в щиті автоматики камери [13].

Для охолодження на температурах від -5 до -70 $^{\circ}\text{C}$ використовується випарник каскадної холодильної машини. Для дроселювання холодоагенту передбачена система капілярних трубок, розташована безпосередньо на холодильному агрегаті. З метою регулювання продуктивності одна з трубок може відключатися солєноїдним вентилем [13].

У разі якщо холодопродуктивність каскадної машини надлишкова, проводиться її компенсація за допомогою тєна. Тєн працює в режимі широтно-їмпульсної модуляції по ПІД закону регулювання [13].

При роботі в діапазоні температур від $+50$ до -5 $^{\circ}\text{C}$ нагрів здійснюється тєном, а охолодження за допомогою випарника одноступінчастої холодильної машини. Для дроселювання холодоагенту застосовується тєморєгулюючий вентиль, який автоматично

Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат

ТП-391 мп 52 001 ПЗ

Арк.
29

регулює подачу холодоагенту у випарник в залежності від температури на виході. При цьому холодильна машина працює в позиційному режимі, тен працює в режимі широтно-імпульсної модуляції по ПІД закону регулювання [13].

Робота каскадної холодильної машини починається з включенням компресора верхнього каскаду. Зціплення компресорів газ надходить в повітряний конденсатор, де відбувається його перевтілення в рідину і передача теплоти навколишнього середовища. Конденсатор забезпечений вентиляторами, один з яких включається в залежності від тиску конденсації верхнього каскаду, тим самим, забезпечуючи кращу роботу компресора. Рідина з конденсатора дроселюється в теплорегулюючий вентиль, автоматично регулює її кількість, що подається в конденсатор-випарник. В конденсаторі-випарнику відбувається охолодження теплообмінної поверхні, і створюються умови для конденсації газу нижнього каскаду. Компресори нижнього каскаду включаються після закінчення певного часу, коли в конденсаторі випарнику створюються умови для конденсації газу високого тиску [13].

Підтримка відносної вологості здійснюється за допомогою парогенератора, який через спеціальний розподільчий патрубок подає пар в камеру в залежності від сигналу регулятора, що одержує інформацію від датчика вологості. У разі, якщо відносна вологість в камері підвищена, використовується фреоновий осушувач (частіше всього). Він являє собою змійовик спеціальної конфігурації, на якому в крапельної формі осідає волога. Пил, що осів, волога видаляється з камери через спеціальну трубку. У осушувач подається фреон від одноступінчастої холодильної машини. Соленоїдний вентиль при цьому працює в режимі широко-імпульсної модуляції з ПІД закону регулювання. Для того, щоб не зупиняти компресор холодильної машини при закритому клапані , проводиться відкриття клапана і фреон надходить у теплообмінник для відводу надлишкового холодо-виробництва, де вона компенсується теном [13].

1.5 Висновки з розділу 1

У висновок можна сказати, що видів кліматичних камер дуже багато, як і їх функціональність. Є камери, що мають ефективне рішення для багатьох задач, але є камери які вузько направлені не тільки за своїми параметрами, а і функціональністю а значить і методами дослідів. Намагаючись розказати потроху за кожний вид, хотілося показати що зараз ця сфера сильно розвинена у всьому. Навіть порівнюючи із 20-30 років назад, прогрес не стоїть на місці, і багатьом людям можна не переживати за якість більшої частини продуктів на ринку завдяки таким різним кліматичним камерам.

						<i>ТП-з91 мп 52 001 ПЗ</i>	Арк.
							30
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Також можна додати ще за енергозберігаючі кліматичні камери. Оскільки зараз у світі йде тенденція на збереження електроенергії, щоб зменшити викиди CO₂ в атмосферу, все більше розробляється таких камер. Такі камери споживають приблизно на 50 - 70% менше енергії на стадіях стабілізації завдяки унікальним системам, які включають [14, 15]:

- інвертор, який контролює швидкість компресора і дозволяє потужності компресора адаптувати різні робочі потреби;
- «холодна раковина» для підвищення ефективності охолодження.

Тож такі енергозберігаючі камери можуть гарантувати не тільки збереження енергії, чи покращену продуктивність, а і саме розумне програмне забезпечення, не мало значення завдяки чому вони і роблять свою справу. Також завдяки прогресу в технологіях можна значно покращити існуючі технології, такі як ефект Пельтьє, який має відсутність викидів холодоагенту чи низькі витрати, є енергозберігаючим але наприклад із-за дорогого лаштування самої системи ставиться не повсюди.

						<i>ТП-391 мп 52 001 ПЗ</i>	Арк.
							31
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

2 ОПИС КЛІМАТИЧНОЇ ТЕРМОКАМЕРИ КТК3000



Рисунок 2.1 - Кліматична термокамера КТК3000

Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат

ТП-391 мп 52 001 ПЗ

Арк.

32

Дослідження були проведені на кліматичній термокамері КТК3000, в «Державному Підприємстві» Науково Дослідний Інститут Будівельних Конструкцій («ДП» НДІБК). Це підприємство є провідною науково дослідною установою будівельної галузі України, що спеціалізується на дослідженнях і проектуванні будівельних конструкцій, будівель і споруд різного призначення. Воно має стратегічне значення для економіки і безпеки держави відповідно до постанови кабінету міністрів України №83 від 04.03.2015 року. Підприємство занесено до державного реєстру наукових установ, яким надається підтримка держави. За результатами галузевої атестації мінрегіону, інститут віднесено до групи А, організацією, що визначає і впливає на державну наукову технічну політику. «ДП» НДІБК є базовою організацією мінрегіону з науково технічною діяльності у будівництві за десятьма напрямками науково-технічного, нормативно-методичного та інформаційного забезпечення проектування будівництва та експлуатації будівельних конструкцій. Це сучасна наукова установа, що комплексно, оперативно та на високому професійному рівні вирішує проблему будівельної галузі з питань надійності, безпеки, функціональності та комфортної експлуатації об'єктів, забезпечення функціонування технічних комітетів зі стандартизації, енергоефективність будівель і споруд та їх захист [16].

2.1 Технічні характеристики

Дана кліматична термокамера КТК3000 використовується для імітації умов навколишнього середовища. Була випущена в 1985 році, в Німеччині і якщо бути точним то в НДР. Це температуро-вологісна камера, яка призначена для багатьох видів експериментів. Вона може здійснювати цикли замороження до -32°C , цикли нагрівання до $+120^{\circ}\text{C}$, а також вологі цикли зі звичайною, лужною чи кислотною водою; досліджувати поведінку щодо постійних чи мінливих температур та клімату або які піддаються дії цих факторів навколишнього середовища протягом більш тривалого періоду для досягнення певних можливостей. Крім того, предмети в корисному просторі можуть опромінюватися інфрачервоним та ультрафіолетовим випромінюванням. Характеристики камери дають можливість використовувати її в дуже багатьох цілях, наприклад як для різних приладів (кондиціонери, нагрівачі), для різних систем конструкцій (плити перекриття, стіни), так і для будівельних матеріалів (пінополістирол, полімери), тож камера служить для вирішення науково-технічних проблем у галузі досліджень та розробок, а також для здійснення технологічних процесів у сучасних промислових кампаніях [17].

Завдяки цій камері можна точно визнати експлуатаційні характеристики матеріалів і систем конструкцій на десятки років вперед лише за кілька місяців, що дозволяє перед

						<i>ТП-з91 мп 52 001 ПЗ</i>	Арк.
							33
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

масовим виробництвом чи наступною експлуатацією використовувати їх в прямих цілях, або для усунення тих чи інших дефектів [17].

Є різні режими роботи камери, такі як режим кондиціювання, та режим температурний [17].

Режим кондиціювання (регулювання температури – комутаційні процеси):

- нижнє значення;

Нагрівач включений, магнітний вентиль закритий.

- середнє значення;

Нагрівач виключений, магнітний вентиль закритий.

- верхнє значення;

Нагрівач виключений, магнітний вентиль відкритий.

Обидва розсольні насоси в режимі кондиціювання постійно працюють. Пристрій, що регулює подачу вологи працює. Розсольний термостат керує холодильною машиною, так що завжди постійно підготовлений охолоджений розсол для охолодження і сушки. Якщо температура розсолу вище точки переключення розсольного термостата, то холодильна машина працює в режимі охолодження. Якщо досягнута точка переключення, холодильна машина виключається [17].

Режим кондиціювання (регулювання вологості – комутаційні процеси) [17]:

- нижнє значення;

Багатоходовий магнітний вентиль до камери відкритий так як йде зволоження, магнітний вентиль закритий.

- середнє значення ;

Багатоходовий магнітний вентиль до камери закритий, магнітний вентиль закритий.

- верхнє значення;

Багатоходовий магнітний вентиль до камери закритий, магнітний вентиль відкритий так як йде осушення.

Обидва розсольні насоси в режимі кондиціювання постійно працюють. Вологий пристрій працює. Розсольний термостат керує холодильною машиною, так що постійно готовий охолоджений розсол для охолодження і сушки. Якщо температура розсолу вище точки переключення розсольного термостата, то холодильна машина працює в режимі охолодження. Якщо досягнута точка переключення, холодильна машина виключається [17].

Температурний режим (регулювання температури – комутаційні процеси) [17]:

- нижнє значення;

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							34
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Нагрівач включений, компресор виключений. Магнітні вентиля закриті, так як холодильна машина виключена.

- середнє значення;

Нагрівач виключений, компресор включений. Один магнітний клапан включений, інший виключений так як йде обвідний режим. Або компресор виключений, тоді магнітні вентиля закриті і холодильна машина виключена.

- верхнє значення;

Нагрівач виключений, компресор включений. Один магнітний клапан включений, інший виключений так як йде режим охолодження.

Зволожуючий пристрій не працює. Розсолні насоси взагалі виключені, магнітні вентиля закриті. Кількість розсолу, яке відбирається із наповненого циклу, треба замінити такою ж кількістю антифризу. (Розсол – суміш із антифризу і дистильованої води) [17].

В кожному режимі, в якому діє камера працює два осьових вентилятори, які працюють перед початком роботи на нагрів, чи замороження, та під час самої роботи [17].

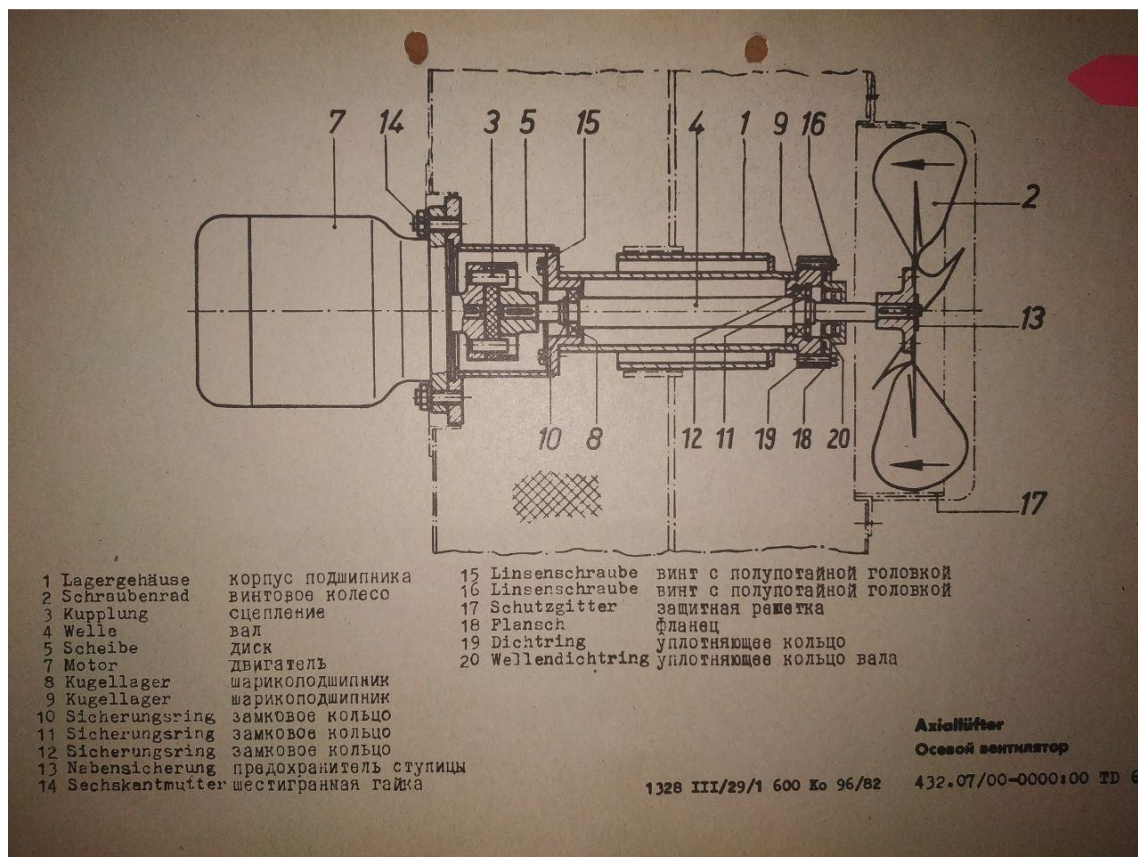


Рисунок 2.2 – Схема осевого вентилятора [17]

Основні технічні характеристики кліматичної термокамери [17]:

- діапазон температур в межах $-32 \sim +120$ °C;
- сталість температури залежно від стану в корисному просторі $\pm 0,2 \sim \pm 1$ °C;

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							35
Зм.	Кіль	Арк.	№ до	Підпис	Дат		

- діапазон температур точки роси $-10 \sim +88^{\circ}\text{C}$, при безперервній роботі $+5 \sim +88^{\circ}\text{C}$;
- корисна потужність при -20°C – 2800 Вт;
- тиск охолоджуючої води $0,2 \sim 0,6$ МПа;
- максимальний допустимий робочий тиск у контурі холодоагенту – 1,6 МПа;
- відносна вологість повітря $10 \sim 100\%$;
- постійність вологості в межах $0,2 \sim 0,5\%$;
- нейтральний провідник – 50 Гц;
- рівень шуму – 77 ± 5 Дб;
- потреба в охолоджуючій воді при температурі подачі охолоджуючої води 15°C – $0,6 \text{ м}^3$;
- холодоагент R22 (фреон);
- рівність навантаження – 4 КПа;
- вага – 1650 кг;
- споживана площа – $4,8 \text{ м}^2$;
- корисний обсяг – 3000 дм^3 .

2.2 Конструкція кліматичної термокамери

Кліматична термокамера виготовлена в блочній конструкції та сконструйована таким чином, що, крім необхідних підключень для подачі, не потрібно монтаж, коли вона встановлюється на об'єкті замовника. Корисний просторовий блок, блок кондиціонування та електричний блок утворюють структурну одиницю, яка також відповідає вимогам щодо зручності використання, а також кольору та форми. Будівництво проводилось з урахуванням принципів полегшеної сталевий конструкції та застосування найсучасніших технологічних процесів виробництва на той час. Відкрита придатна для використання дверцята звільняє весь переріз корисної площі для завантаження. Всі стіни корисного простору зроблені з листів нержавіючої сталі. Між цими стінами та зовнішніми облицювальними листами є дифузійно-захисний, вискоєфективний теплоізоляційний шар, яким також заповнюються двері корисного простору [17].

Дана кліматична термокамера є типовою і складається з основних складових частин:

- холодильний агрегат;
- корисний об'єм;
- щит автоматичного керування;
- панель керування.

Холодильний агрегат складається з основних складових, таких як напів-герметичні поршневі холодильні компресори та конденсатори [17].

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							36
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Поршневі компресори

Це такі типи компресорів, принцип роботи якого базується на використанні механічного пристрою поршневого типу для збільшення тиску газу шляхом компресії (зменшення об'єму). Масляний насос розміщений горизонтально в мастило відстійнику компресора, який приводиться в дію валом-шестернею, що дозволяє обидва напрямлення обертання. А головка блоків циліндрів газу непроникна, з повітряним охолодженням. Колінчатий вал має два ряди підшипників. Шатун складається із сплавів легких металів, тому він нероз'ємний без підшипникових втулок. Поршні із алюмінієвого сплаву. Робочі клапани пластинчасті, зі спеціальної сталі. Електродвигун асинхронний трьох-фазний [17].

Для використання компресора необхідно врахувати такі параметри [17]:

- температура стиснення;
- максимально допустимий робочий тиск;
- максимально допустимий тиск всмоктування;
- максимальна температура мастила;
- мінімальна температура мастила.

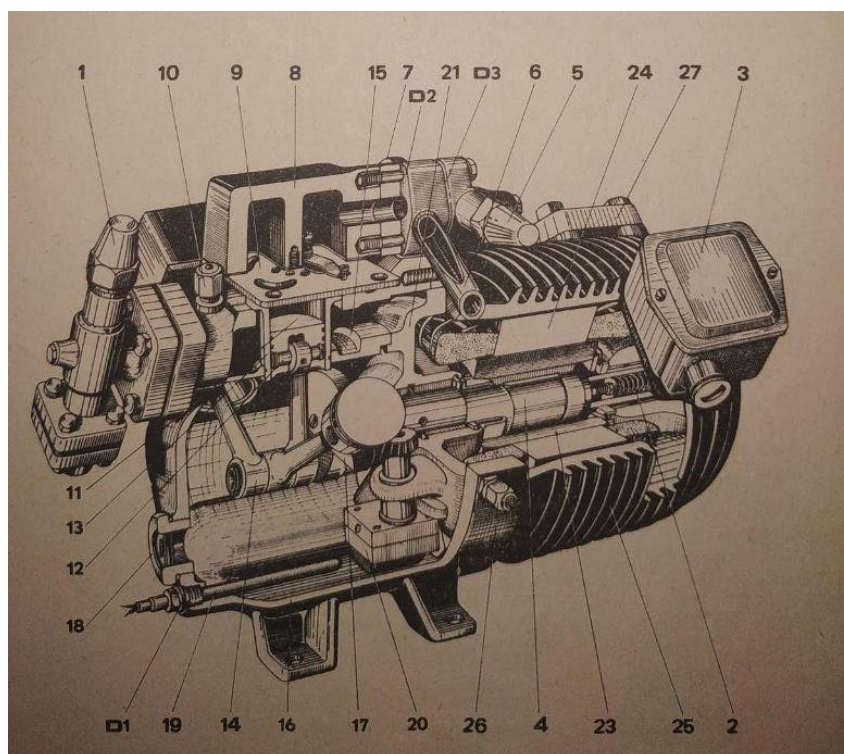


Рисунок 2.3 – Схема холодильного поршневого компресора [17]

Основні технічні характеристики [17]:

- потужність в діапазоні 6,5 ~ 28 м³/год;
- хід поршня 32 мм;

Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат

ТП-391 мп 52 001 ПЗ

Арк.

37

- номінальне число обертів в діапазоні 50 Гц – 2900 об / хв, 60 Гц – 3500 чи 1750 об/хв;
- підігрів мастилом 220 В / 40 Вт в мастило відстійнику;
- максимальний тиск до 2 МПа;
- максимальна температура мастила 80 °С;
- мінімальна точка роси -30 °С.

Корисний об'єм

У корисному просторі знаходяться [17]:

- дві перфоровані нижні пластини, під якими кріпляться кліматичний щуп і датчик температури;
- підвісна стеля, на якій встановлено два інфрачервоних випромінювачі та є кронштейни для кріплення УФ-випромінювача;
- двоскладова задня стінка, за якою розташовані теплообмінники та трубчасті нагрівальні елементи;
- три глухих або багатоцільових заглушки в лівій бічній стінці;
- два світильники на бічних стінах.

Повітря в корисному просторі всмоктується двома осьовими вентиляторами в задній стінці, що подаються через теплообмінники та трубчасті нагрівальні елементи і досягає корисного простору через перфоровані панелі підлоги, через які потік йде знизу вгору. Залежно від режиму роботи, прямого або непрямого охолодження, прямого нагрівання, непрямого осушення та зволоження продуванням пари [17].

Блок кондиціонування повітря, який покритий знімними вставними кришками, містить машини, апарати, фітинги, пристрої управління та безпеки та сполучні лінії, необхідні для роботи системи кондиціонування [17].

Щит автоматичного керування

Всі електричні та електронні компоненти, необхідні для роботи камери, розташовані в електричному блоці, який також є незалежним структурним блоком. Вони легко доступні, коли дверцята корпусу з панеллю управління відкриваються. Замикається панель управління містить усі вимикачі та пристрої, необхідні для роботи камери для введення в експлуатацію, управління та реєстрації [17].

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							38
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Режим роботи

Робоча температура

У температурному режимі циркулююче повітря охолоджується безпосередньо за допомогою у випарнику холодоагентом *R22*, або нагрівається електричним трубчастим нагрівальним елементом конвекційного нагрівача. У кліматичному зонді під панеллю підлоги знаходяться датчики для контролю та реєстрації температури та захисту від перегріву. Газоподібний холодоагент *R22* засмоктується напів-герметичним поршневим компресором і надходить для охолодження водою в конденсаторі через запірний клапан та масляний сепаратор [17].

Якщо терморегулятор видає команду охолодження, рідкий холодоагент подається у випарника у камері через електромагнітний клапан, термостатичний клапан впорскування, кутовий клапан та розподільник. Електромагнітний клапан залишається закритим. Газоподібний холодоагент висмоктується з випарника компресором. Повітря в корисному просторі охолоджується. Якщо температура повітря в робочому приміщенні відповідає номіналу, електромагнітний клапан закривається і електромагнітний клапан відкривається. Таким чином, газоподібний холодоагент виходить із конденсатора через дросельну заслінку на стороні всмоктування компресора. У цьому випадку в байпасі перекачується лише газоподібний холодоагент із низьким енергоспоживанням компресора. Тому повітря в корисному просторі більше не охолоджується. Холодильна машина вимикається, і конвекційний нагрів починає працювати, коли температура корисного повітря в приміщенні нижче заданого значення. Холодильна машина знову вмикається, коли температура повітря в корисному просторі перевищує задане значення. Масло відділяється в масляному сепараторі і через поплавковий клапан подається назад у картер компресора [17].

Клапан автоматичного регулювання води забезпечує економічний потік охолоджуючої води до конденсатора. Під час роботи з температурою кутовий клапан до охолоджувача розсолу залишається закритим. Весь контур розсолу та зволожувач не працюють [17].

Кондиціонер

У системі кондиціонування повітря циркулююче повітря охолоджується опосередковано за допомогою розсольного теплообмінника, нагрівається електричним трубчастим нагрівальним елементом конвекційного нагрівача і опосередковано зневоднюється за допомогою розсольного теплообмінника і зволожується шляхом подачі водяної пари в камеру. Датчики контролю та реєстрації вологості також розміщені в кліматичному зонді [17].

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							39
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Розсіл, надходить від охолоджувача розсолу через фільтр до машинного термометра. Потім потік розсолу розгалужується. У ланцюгу регулювання температури, коли електромагнітний клапан відкритий, він досягає сторони всмоктування насоса через втулковий клапан і зворотний клапан. Звідти розсіл подається в теплообмінник у камері, а потім повертається назад. Невелика кількість розсолу постійно тече назад через дросельну заслінку. Якщо електромагнітний клапан закритий, розсіл тече лише в байпасі через дросельну заслінку, оскільки зворотний клапан блокується [17].

У ланцюгу осушувача розсіл досягає сторони всмоктування насоса після машинного термометра. Коли електромагнітний клапан відкритий, насос стискує його через фільтр і втулковий клапан в теплообмінник в камері. Звідти розсіл тече назад до охолоджувача розсолу через зворотний клапан [17].

Через дросель в байпасі від напірної до всмоктувальної сторони насоса постійно тече невелика кількість розсолу. Якщо електромагнітний клапан закритий, розсіл тече лише в байпасі через точку дросельної заслінки. У кондиціонері кутовий клапан відкритий, а кутовий клапан закритий. Це призводить до випаровування закачаного холодоагенту в охолоджувачі розсолу [17].

Охолоджувальна машина керується розсольним термостатом. Якщо температура розсолу перевищує точку перемикання термостата, холодильна машина працює в режимі охолодження, коли температура перемикання досягається, охолоджувальна машина вимикається. Не працює обхід холодильної машини, електромагнітний клапан завжди залишається закритим. Зволожувач працює, тобто нагрівання в парогенераторі включається, і постійно утворюється водяна пара, яка або подається в камеру через багатоходовий електромагнітний клапан, коли подається команда зволоження, або повертається до парогенератора у вигляді конденсату [17].

Зволожувач та ємність для утилізації конденсату

З приєднувальної пластини питна вода потрапляє до конденсатора через шланг-кран, а потім у конденсатор, звідки над рівною посудиною надходить у парогенератор. Надлишок води вільно стікає через з'єднувальну пластину. Багатоходовий електромагнітний клапан направляє пар або в Канмер, або в конденсатор. Трубчасті нагрівальні елементи захищені від нестачі води за допомогою запобіжника надмірної температури в парогенераторі. Перед багато напрямленим електромагнітним клапаном, який конденсується в конденсаційній посудині з повітряним охолодженням, постійно відводиться невелика кількість пари. Отримана таким чином чиста вода використовується для зволоження датчиків вологості температури в кліматичному зонді [17].

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							40
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Контроль та реєстрація температури та вологості

Клімат в корисному просторі камери контролюється електронно. Відповідні контури управління розташовані в електроблоку. Фактичний стан у корисному просторі вимірюється електрично за допомогою чутливих вимірювальних резисторів і постійно порівнюється із введеним цільовим станом. Залежно від відхилень управління, відповідні сигнали спрацьовують електронними контролерами, які викликають необхідне перемикання, щоб фактичний стан повернувся в цільовий стан [17].

Кліматичний зонд під панеллю підлоги корисного простору містить датчики для визначення температури сухого та вологого термометрів, а також датчик захисту від надлишкової температури. Температура на сухому термометрі також називається температурою сухого повітря або температурою сухої колби, температура на зволоженому термометрі також називається температурою вологості або температурою мокрої колби [17].

Датчик використовується для регулювання корисної температури приміщення. Датчик вимірює температуру на зволоженому термометрі. Особливістю цього датчика є зволожуючий носок, який натягується на датчик. Один кінець зволожуючої шкарпетки занурюють у дистильовану воду. Завдяки ефекту зволоження зволожуючого шкарпетки, датчик постійно змочується вологою. Випаровування води відбувається за рахунок швидкості повітря, присутнього на вимірювальному зонді. Це означає, що на зволоженому датчику температури вимірюється нижча температура, ніж на датчику сухої температури (за винятком відносної вологості 100%). Різниця між двома температурами називається психрометричною різницею. Температури на сухому термометрі та на зволоженому термометрі є характерними значеннями для кліматичних умов. Виходячи з них, усі значення, що характеризують кліматичний стан, такі як відносна вологість, температура точки роси, розрахуйте парціальний тиск водяної пари, вміст води у повітрі тощо або визначте його за допомогою діаграм Мольє-і-х, діаграм перетворення, таблиць психрометра або правила вологості. Ці інструменти також потрібні для введення заданих значень для кондиціонування [17].

Вимикач надлишкового тиску

Холодильний контур R22 оснащений контролером тиску для захисту від неприпустимо високого тиску. Це значення встановлено на максимально допустимий робочий тиск і герметично закрито. Якщо реле тиску спрацьовує, компресор та вентилятор вентилятора вимикаються, а електромагнітні клапани закриваються. На панелі керування загоряється відповідна сигнальна лампа. Монітор тиску має блокування перезапуску. Після з'ясування причин відключення вам потрібно натиснути кнопку на замку на реле тиску, щоб

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							41
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

знову запустити холодильну машину. Монітор тиску захищає лише від надлишкового тиску, що створюється компресором, він не захищає від неприпустимого підвищення тиску в результаті сильного зовнішнього нагрівання на кліматичному блоці. Тому важливо дотримуватися гранично допустимої температури навколишнього середовища [17].

Реле тиску мастила

Для захисту компресора від неприпустимого падіння тиску масла передбачений монітор тиску масла. Він працює спільно з реле часу. Якщо різниця між тиском масла та тиском у картері в компресорі падає нижче 0,5 кп / см протягом більше приблизно 90 секунд, контролер тиску масла реагує та вимикає компресор, включаючи вентилятор. На панелі керування загоряється відповідна сигнальна лампа. Розблокування можна здійснити за допомогою кнопки на панелі управління. Потім холодильна машина запускається знову. Тут теж слід з'ясувати причину відключення [17].

Захист режимів роботи

Захист від перегріву у корисному просторі

Датчик температури в зонді для вимірювання клімату є передавачем для електронного захисту від надмірної температури в електроблоці. Якщо температура, виміряна на цьому датчику, перевищує значення, встановлене на потенціометрі на панелі керування, усі приводи, радіатори та конвекційний нагрів вимикаються. На панелі керування загоряється відповідна сигнальна лампа. Причину реакції захисту від перегріву слід визначати в кожному випадку окремо. Після зниження температури в корисному просторі її можна розблокувати за допомогою ручки на панелі управління [17].

Захист від перегріву в парогенераторі

У разі нестачі води в парогенераторі захист від перевищення температури, який встановлений на фіксовану величину, спрацьовує і вимикає нагрів. На панелі керування загоряється відповідна сигнальна лампа. Після усунення несправності у водопостачанні її можна розблокувати за допомогою спускового гачка на панелі управління [17].

Запобіжники із надтоковим струмом

Електроприводи захищені від перенапруги за допомогою реле тепла. Реакція теплового реле відображається як несправність на пульті управління відповідним загорянням сигнальної лампи. У будь-якому випадку при спрацюванні необхідно також знайти та усунути фактори, що викликають спрацювання запобіжника. Потім експлуатаційну готовність можна відновити, натиснувши на замок реле тепла в електроблоці [17].

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							42
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Термостат розсолу

Термостат розсолу необхідний для роботи кондиціонера. В інтересах гарної якості управління він встановлюється на точку перемикавання, яка гарантує заданий діапазон температур точки роси при безперервній роботі. Це налаштування не слід змінювати, якщо це можливо. Якщо необхідно знизити температуру точки роси до -10°C , можна встановити нижчу температуру розсолу, повернувши поворотну ручку на термостаті. Комутаційний диференціал залишається незмінним. В інтересах гарної якості контролю заводські налаштування завжди слід повертати назад. Це оптимізоване налаштування встановлене на температуру розсолу приблизно від -6°C до -10°C , виміряної на машинному термометрі [17].

Інфрачервоний обігрівач

Два інфрачервоні обігрівачі потужністю 1,6 кВт кожен розташовані на стелі робочого простору. За потреби ці прожектори можна вмикати окремо, використовуючи перемикач з підсвічуванням на панелі управління. Вони не пов'язані з регулюванням температури, і їх потрібно перемикаати вручну. Коли інфрачервоний обігрівач вводиться в дію, слід постійно контролювати температурний профіль на реєстраторі, щоб не сталося неприпустимого нагрівання корисної площі. Увімкнути інфрачервоні обігрівачі можна лише в тому випадку, якщо вибрано один із двох режимів роботи. Нагрівачі потрібно вимкнути перед тим, як працювати в корисному просторі [17].

УФ-випромінювач

Ультрафіолетова лампа, що входить в комплект поставки, може бути встановлена на стелі корисного простору, враховуючи обмеження застосування. Два монтажні кронштейни використовуються для встановлення. Слід зазначити, що УФ-лампу можна встановлювати у корисному просторі лише в діапазоні температур від -10°C до 40°C та при відносній вологості менше 60%. Щоб підключити радіатор, кабель повинен бути завжди підключений і від'єднаний від самого радіатора, щоб протягнути провід через штепсель у стіні. Як тільки встановлено підключення через розетку на зовнішній стіні та увімкнено головний вимикач, УФ-лампу можна ввести в дію. Вона не пов'язана з регулятором температури і повинна перемикатися вручну. Незважаючи на низьке енергоспоживання нагрівача 90 Вт, необхідно також дотримуватися температурного профілю на реєстраторі, щоб у корисному просторі не сталося неприпустимого нагрівання [17].

Оскільки ультрафіолетове випромінювання шкідливе для людського ока, слід завжди уникати тривалого погляду на джерело випромінювання. Крім того, корисний простір повинен бути добре провітрюваним, щоб уникнути шкідливого накопичення озону [17].

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							43
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Варіація потужності нагріву

Щоб збільшити швидкість нагрівання, два додаткові обігрівачі потужністю 1,6 кВт (рівень потужності 1) та 3,2 кВт (рівень потужності 2) на додаток до автоматично доступної потужності нагріву 1,6 кВт для роботи температури та кондиціонування повітря можна активувати за допомогою підсвічених кнопочних перемикачів на панелі управління. Це дає можливість адаптувати теплову потужність до відповідних вимог [17].

2.3 Висновки з розділу 2

Дослідивши будову та конструкцію кліматичної термокамери КТК3000, виявив що вона не відрізняється від її подібних. Тобто вона складається з:

- холодильний агрегат;
- корисний об'єм;
- щит автоматичного керування;
- панель керування.

Лише технічні характеристики та експлуатаційні дані термокамери, вже менш потужні за інші новіші аналоги. Незважаючи на це, термокамера виконує свої функції в різних режимах: нагрівання, замороження, опромінення, дощування. Характеристики камери дають можливість використовувати її в дуже багатьох цілях, наприклад як для різних приладів (кондиціонери, нагрівачі), для різних систем конструкцій (плити перекриття, стіни), так і для будівельних матеріалів (пінополістирол, полімери), тож камера служить для вирішення науково-технічних проблем у галузі досліджень та розробок, а також для здійснення технологічних процесів у сучасних промислових кампаніях.

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							44
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В БАГАТОШАРОВІЙ СТІНЦІ

Суть методу полягає в тому, що випробуваний матеріал піддають циклічним кліматичним впливам, які імітують умови експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях і визначають зміни експлуатаційних характеристик матеріалу. Термін ефективної експлуатації теплоізоляційних матеріалів оцінюють по зміні ряду показників, таких як: геометричні характеристики, теплопровідність, повзучість при стисненні, міцність на відрив шарів, міцність на стиск при 10% -й лінійній деформації, міцність при дії зосередженого навантаження.

3.1 Термічний опір теплопередачі

Теплопровідність

Основний закон теплопровідності

Якщо в твердому тілі, температура в різних точках неоднакова, то, як показує досвід, теплота мимоволі переноситься від ділянок тіла з більш високою температурою до ділянок з більш низькою температурою. Такий процес називається теплопровідністю. Внутрішній механізм явища теплопровідності пояснюється на основі молекулярно-кінетичних уявлень; перенесення енергії при цьому здійснюється внаслідок теплового руху і енергетичної взаємодії між мікрочастинками (молекулами, атомами, електронами), з яких складається дане тіло [18].

Процес теплопровідності нерозривно пов'язаний з розподілом температури всередині тіла. Тому при його вивченні перш за все необхідно встановити поняття температурного поля і градієнта температури [18].

Температурне поле

Температура, як відомо, характеризує тепловий стан тіла і визначає ступінь його нагрівання. Так як тепловий стан окремих частин тіла в процесі теплопровідності різний, то в загальному випадку температура t є функцією координат x, y, z і часу τ , тобто [18]:

$$t = f(x, y, z, \tau). \quad (3.1)$$

Сукупність значень температури для всіх точок простору в даний момент часу називається температурним полем. Рівняння (3.1) є математичним виразом такого поля. При цьому, якщо температура змінюється в часі, поле називається нестационарним, а якщо не змінюється - стаціонарним. Температура може бути функцією однієї, двох і трьох координат. Відповідно до цього і температурне поле називається одно-, дво- і тривимірним. Найбільш простий вид має рівняння одновимірного стаціонарного температурного поля [18]:

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							45
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

$$t = t(x). \quad (3.2)$$

Тепловий потік

Теплота мимовільно переноситься тільки в сторону зменшення температури. Кількість теплоти, яка переноситься через будь-яку ізотермічну поверхню в одиницю часу, називається тепловим потоком Q . Тепловий потік, віднесений до одиниці площі ізотермічної поверхні, називається густиною теплового потоку q . Густина теплового потоку є вектор, напрямок якого збігається з напрямком поширення теплоти в даній точці і протилежний напрямку вектора температурного градієнта [18].

Закон Фур'є

Вивчаючи процес теплопровідності в твердих тілах, Фур'є експериментально встановив, що кількість переданої теплоти пропорційна падінню температури, часу і площі перерізу, який перпендикулярний до напрямку розповсюдження теплоти. Якщо кількість переданої теплоти віднести до одиниці площі перетину і одиниці часу, то залежність можна записати [18]:

$$\bar{q} = -\lambda \text{grad} t \quad (3.3)$$

Рівняння (3.4) є математичним виразом основного закону теплопровідності - закону Фур'є. Цей закон лежить в основі всіх теоретичних і експериментальних досліджень процесів теплопровідності [18].

Коефіцієнт теплопровідності

Коефіцієнт пропорційності λ в рівнянні (3.4) називається коефіцієнт теплопровідності. Він є фізичною властивістю речовини і характеризує його здатність проводити теплоту [18]:

$$\lambda = - \frac{|q|}{\text{grad} t} = \frac{Q}{F \tau \Delta t / l} \quad (3.4)$$

Значення коефіцієнта теплопровідності є кількість теплоти, яка проходить одиницю часу через одиницю площі ізотермічної поверхні при температурному градієнті, рівному одиниці. Для різних речовин коефіцієнт теплопровідності λ різний і в загальному випадку залежить від структури, щільності, вологості тиску і температури. Усе разом узятє ускладнює вибір правильного значення коефіцієнта теплопровідності. Тому при відповідних розрахунках значення коефіцієнта теплопровідності слід визначати шляхом спеціального вивчення застосованого матеріалу. У технічних же розрахунках значення коефіцієнта теплопровідності зазвичай беруть за довідковими таблицями. При цьому треба стежити лише за тим, щоб фізичні характеристики матеріалу (структура, щільність, вологість,

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							46
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

температура, тиск) були відповідні. Так як при поширенні теплоти температура в різних частинах тіла різна, то в першу чергу важливо знати залежність коефіцієнта теплопровідності від температури. Для великого числа матеріалів ця залежність виявляється майже лінійною, отже можна прийняти [18]:

$$\lambda = \lambda_0 [1 + b(t - t_0)], \quad (3.5)$$

де λ_0 - коефіцієнт теплопровідності при температурі t_0 ;

b - стала, що визначається експериментальним шляхом.

Коефіцієнт теплопровідності будівельних і теплоізоляційних матеріалів лежить у межах 0,02-3,0 Вт / (м * °C). З підвищенням температури він зростає. Як правило, для матеріалів з більшою щільністю коефіцієнт теплопровідності має більш високі значення. Він залежить також від структури матеріалу, його пористості і вологості. Для вологого матеріалу коефіцієнт теплопровідності може бути значно вище, ніж для сухого і води окремо. Так, наприклад, для сухої цегли $\lambda = 0,3$, для води 0,6, а для вологої цегли 0,9 Вт / (м * °C). На це явище необхідно звертати особливу увагу як при визначенні, так і при технічних розрахунках теплопровідності матеріалів з низьким значенням коефіцієнта теплопровідності (менше 0,2 Вт / (м * °C)), які зазвичай застосовуються для теплової ізоляції і називаються теплоізоляційними [18].

Теплопровідність плоскої стінки

Однорідна стінка

Розглянемо однорідну стінку товщиною δ (рисунок 3.1), коефіцієнт теплопровідності, якої λ постійний. На зовнішніх поверхнях стінки підтримуються постійні температури t_1 та t_2 . Температура змінюється тільки в напрямку осі x . У цьому випадку температурне поле одновимірне, ізотермічні поверхні плоскі і розташовуються перпендикулярно осі x [18].

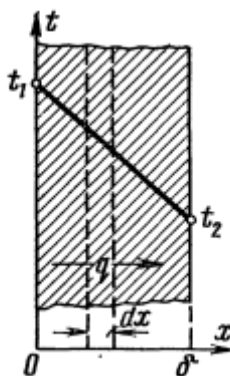


Рисунок 3.1 – Однорідна плоска стінка [18]

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							47
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

На відстані x виділимо всередині стінки шар товщиною dx , обмежений двома ізотермічними поверхнями. На основі закону Фур'є (рівняння (3.4)) для цього випадку можна написати [18]:

$$q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) = \frac{\lambda}{\delta} \Delta t. \quad (3.6)$$

Отже, кількість теплоти, передана через одиницю поверхні стінки в одиницю часу, прямо пропорційна коефіцієнту теплопровідності λ і різниці температур зовнішньої поверхні Δt і обернено пропорційна товщині стінки δ [18].

Рівняння (3.10) є розрахунковою формулою теплопровідності плоскої стінки. Воно пов'язує між собою чотири величини: q , λ , δ і Δt . Знаючи з них будь-які три, можна знайти четверту [18]:

$$\lambda = \frac{q\delta}{\Delta t}, \Delta t = \frac{q\delta}{\lambda} \text{ і } \delta = \frac{\lambda\Delta t}{q}. \quad (3.7)$$

Відношення λ / δ називається теплової провідністю стінки, а обернена величина δ / λ - термічним опором. Останнє визначає падіння температури в стінці на одиницю щільності теплового потоку [18].

Якщо в рівняння (3.8) підставити знайдені значення C і щільності теплового потоку q , то отримаємо рівняння температурної кривої [18]

$$t_x = t_1 - \frac{t_1 - t_2}{\delta} x. \quad (3.8)$$

Останнє показує, що при постійному значенні коефіцієнта теплопровідності температура однорідної стінки змінюється за лінійним законом. Насправді ж внаслідок своєї залежності від температури коефіцієнт теплопровідності є змінною величиною. Якщо ця обставину врахувати, то отримаємо інші, більш складні розрахункові формули [18].

Багатошарова стінка

Стінки, що складаються з декількох різних шарів, називаються багатошаровими. Саме такими є, наприклад, стіни житлових будинків, в яких на основному цегляному шарі з одного боку є внутрішня штукатурка, з іншого зовнішнє облицювання. Забудова печей, котлів і інших теплових пристроїв також зазвичай складається з кількох шарів [18].

Нехай стінка складається з трьох різнорідних шарів, які щільно прилягають один до одного (рисунок 3.2). Товщина першого шару δ_1 , другого δ_2 , і третього δ_3 . Відповідно коефіцієнти теплопровідності шарів λ_1 , λ_2 , λ_3 . Крім того, відомі температури зовнішньої

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							48
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

поверхні стінки t_1 і t_4 . Тепловий контакт між поверхнею передбачається ідеальним, температуру в місцях контакту ми позначимо через t_2 і t_3 [18].

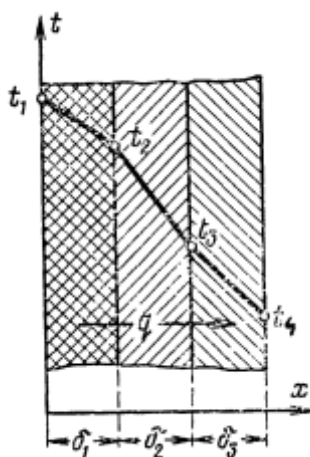


Рисунок 3.2 – Багатошарова плоска стінка [18]

При стаціонарному режимі щільність теплового потоку постійна і для всіх шарів однакова. Тому на підставі рівняння (3.10) можна написати [18]:

$$\begin{cases} q = \frac{\lambda_1}{\delta_1} (t_1 - t_2); \\ q = \frac{\lambda_2}{\delta_2} (t_2 - t_3); \\ q = \frac{\lambda_3}{\delta_3} (t_3 - t_4). \end{cases} \quad (3.9)$$

З цих рівнянь легко визначити температурні напори в кожному шарі [18]:

$$\begin{cases} t_1 - t_2 = q \frac{\delta_1}{\lambda_1}; \\ t_2 - t_3 = q \frac{\delta_2}{\lambda_2}; \\ t_3 - t_4 = q \frac{\delta_3}{\lambda_3}. \end{cases} \quad (3.10)$$

Сума температурних напорів в кожному шарі становить повний температурний напір. Складаючи ліві і праві частини системи рівнянь (3.22), отримуємо [18]:

$$t_1 - t_4 = q \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} \right). \quad (3.11)$$

Зі співвідношення (3.23) визначаємо значення щільності теплового потоку [18]:

$$q = \frac{t_1 - t_4}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}}. \quad (3.12)$$

За аналогією з викладеним можна відразу написати розрахункову формулу для n -шарової стінки [18]:

$$q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}}. \quad (3.13)$$

Іноді заради скорочення викладок багат шарову стінку розраховують як одношарову (однорідну) товщиною Δ . При цьому в розрахунок вводиться так званий еквівалентний коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{ек}$, який визначається зі співвідношення [18]

$$q = \frac{t_1 - t_4}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}} = \frac{\lambda_{ек}}{\Delta} (t_1 - t_4). \quad (3.14)$$

Звідси маємо [18]:

$$\lambda_{ек} = \frac{\Delta}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}} = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \delta_3}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}}. \quad (3.15)$$

Таким чином, еквівалентний коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{ек}$ залежить тільки від значень термічних опорів і товщини окремих шарів [18].

При виведенні розрахункової формули для багат шарової стінки ми припускали, що шари щільно прилягають один до одного і завдяки ідеальному тепловому контакту дотичні поверхні різних шарів мають одну і ту ж температуру. Однак якщо поверхні шорсткі, тісний доторк неможливий і між шарами утворюються повітряні зазори. Так як теплопровідність повітря мала [$\lambda = 0,025$ Вт / (м °С)], то наявність навіть дуже тонких зазорів може сильно вплинути в бік зменшення еквівалентного коефіцієнта теплопровідності багат шарової стінки. Аналогічний вплив надає і шар оксиду металу. Тому при розрахунку і особливо при вимірюванні теплопровідності багат шарової стінки слід звертати увагу на щільність контакту між шарами [18].

3.2 Розрахунок термічного опору

Розрахунки проводжу згідно теоретичних даних із пункту 3.1, для перевірки розрахункових даних, які були проведені експериментально в досліді і окремо розрахунок теоретичний для порівняння їх. Оскільки експериментальні дані відомі, візьму їх для розрахунку за формулами пункту 3.1.

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							50
Зм.	Кіль	Арк.	№ до	Підпис	Дат		

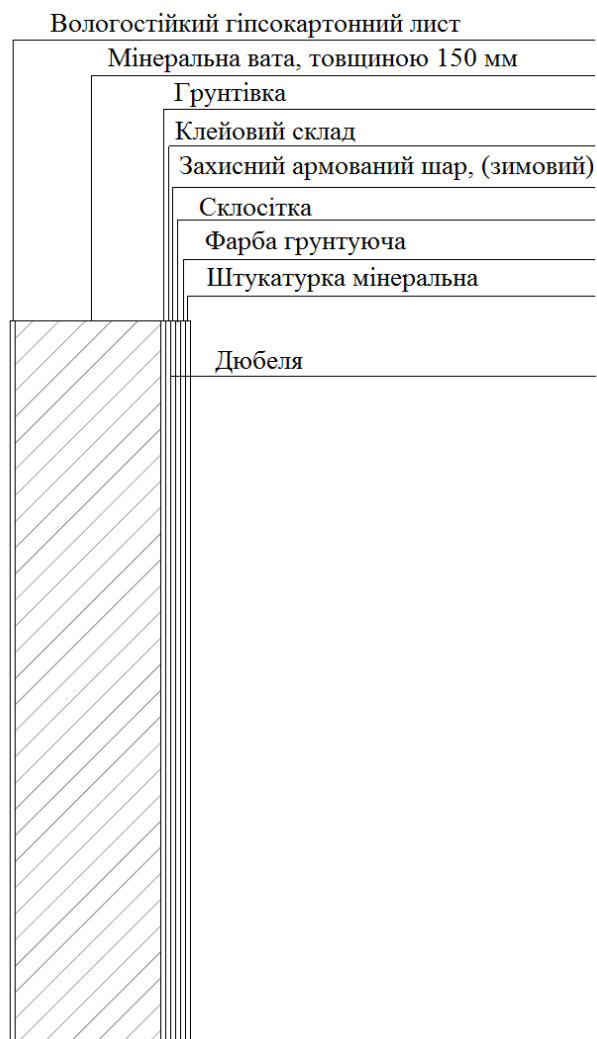


Рисунок 3.4 – Схема фасадної системи утеплення із експерименту

Відомі дані з експерименту:

- товщина фрагменту системи фасадного утеплення, яка складається із кількох шарів, які описані в пункті 3.3. Загальна товщина, $\delta=0,25$ м;
- коефіцієнт теплопровідності, $\lambda=0,05$ Вт/м⁰С;
- температура в кліматичній термокамері $t = -22$ ⁰С, та в приміщенні лабораторії де знаходиться камера $t = +20$ ⁰С. Перепад температур, $\Delta t=42$ ⁰С.

Оскільки за теоретичними даними в формулі (3.11), є відомі три дані із чотирьох, то можна зробити розрахунок одного невідомого, тобто теплового потоку.

$$q = \frac{\lambda \Delta t}{\delta}. \quad (3.16)$$

$$q = \frac{0,05 * 42}{0,25} = 8,4 \text{ Вт/м}^2.$$

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		51

Тепер знаючи тепловий потік, можна визначити розрахунковий термічний опір теплопередачі і порівняти дані отримані експериментально.

$$R = \frac{T_2 - T_1}{q} \quad (3.17)$$

де, R - термічний опір теплопередачі;

T_2 – температура початку ділянки;

T_1 – температура кінця ділянки.

$$R = \frac{20 - (-22)}{8,4} = 5 \text{ м}^2\text{К/Вт.}$$

3.3 Результати експериментального дослідження

Для проведення експериментального дослідження потрібно знати дані по температурі навколишнього середовища. Нижче наведено графіки середньодобової температури за 2016-2019 роки, та переходи від мінусової до плюсової температури (рисунки 3.5-3.8). Також наведений графік кількості переходів експериментально, в кліматичній термокамері КТК3000 (рис. 3.9).

Проведення результатів дослідження було зроблено за основи ДСТУ Б.В.2.6-36:2008 та ДСТУ Б.В.2.6-101:2010 [19, 20].

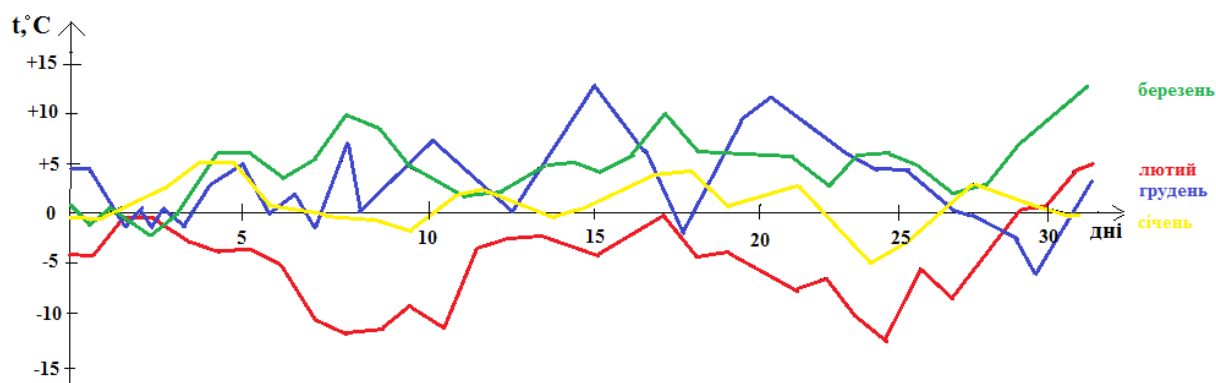


Рисунок 3.5 - Графік метеорологічний за 2019 рік.

Кількість метеорологічних переходів від мінусової до плюсової температури – 26 за весь рік.

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							52
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

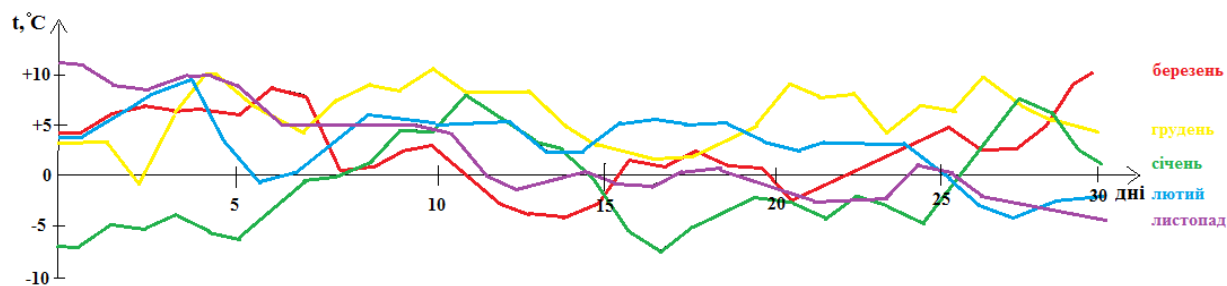


Рисунок 3.6 - Графік метеорологічний за 2018 рік.

Кількість метеорологічних переходів від мінусової до плюсової температури – 19 за весь рік.

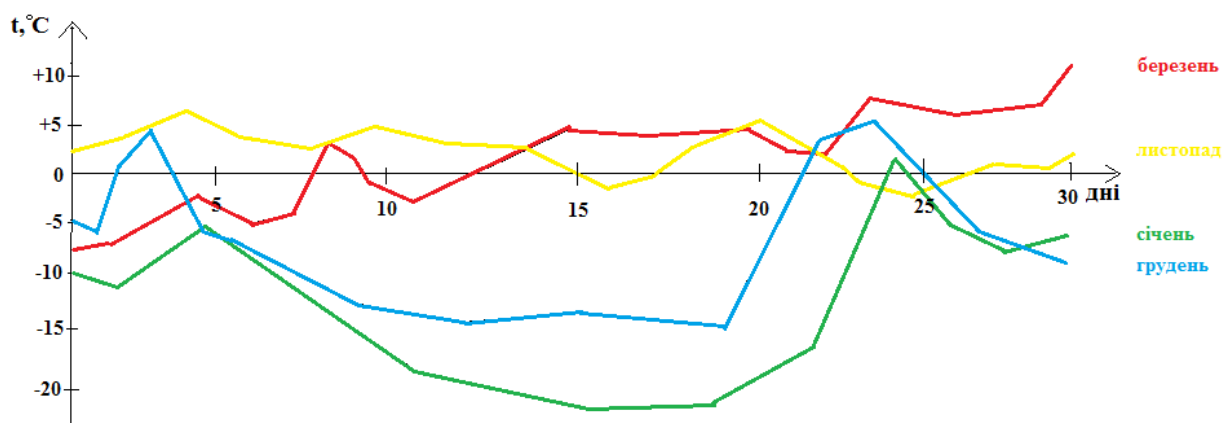


Рисунок 3.7 - Графік метеорологічний за 2017 рік.

Кількість метеорологічних переходів від мінусової до плюсової температури – 13 за весь рік.

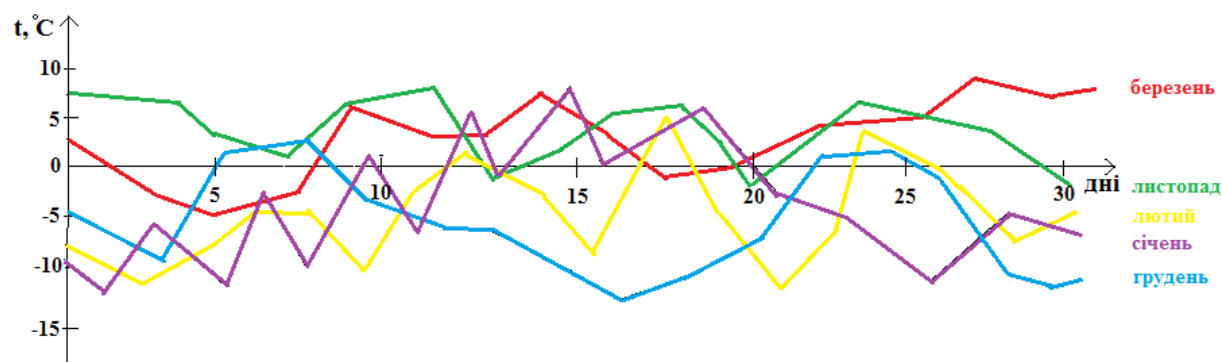


Рисунок 3.8 - Графік метеорологічний за 2016 рік.

Кількість метеорологічних переходів від мінусової до плюсової температури – 25 за весь рік.

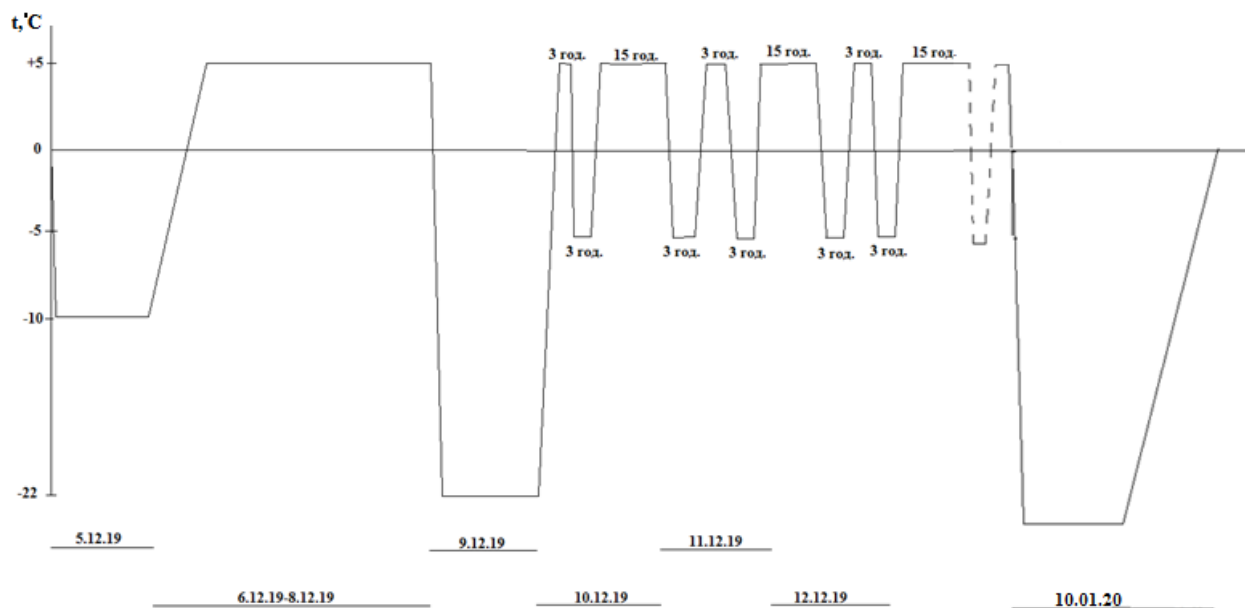


Рисунок 3.9 - Графік кількості переходів експериментально в кліматичній камері.

Загальні кількість циклічних переходів в кліматичній камері - 62.

Був проведений статистичний метеорологічний дослід переходів від мінусової до плюсової температури за чотири роки: 2016-2019. Загальна кількість виявилася 83 переходи. Дані були взяті з метеорологічних підстанцій, та оформлені у вигляді графіків вище.

Взявши зразки системи фасадного утеплення з опорядженням тонкошарової штукатурки, ми проводили дослідження в кліматичній камері для виявлення строку довговічності, та формуванням гідрозахисного шару з подальшою імітацією зимового періоду та імітації умовного життєвого циклу їх експлуатації.

Перший зимовий період імітується знакозмінними температурами з амплітудою (5-10) °C у кількості 60 циклів в кліматичній камері. Оскільки дані 60 циклів майже доходять до кількості у 83 цикли за чотири роки зими та перепадів температур за весну та осінь, то даний матеріал при дослідженні буде готовий для подальших різних умов, як кліматичних так і експлуатаційних.

Імітація умовного життєвого циклу полягає у визначенні стійкості до циклічних кліматичних впливів систем утеплення згідно вимог ДСТУ Б В.2.6–36:2008 «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою. Загальні технічні умови».

Оцінка можливості до експлуатації дослідних систем фасадної теплоізоляції здійснюються за критеріями згідно ДСТУ Б.В.2.6-36:2008 (п. п. Д.5.3, Д.6.2, Д.2.6.5, Д.6.6, п. п 2, 5 Табл.1).

Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат

ТП-з91 мп 52 001 ПЗ

Арк.

54

Таблиця 3.1 – Експериментальні похідні величини під час досліду

	Розміри однієї системи	Площа	Атмосферний тиск	Відносна вологість матеріалу і повітря	Температура	Термічний опір фрагмента системи
В камері	1200x800 мм	1,92 м ²		Згідно умов досліду	-22 °С	Вимірюється під час досліду
За камерою			98,1–101,7 кПа		+(22±3) °С	
Дослідний діапазон				45-60 %	-22 °С.... +60 °С	0,2...2 м ² *К/Вт

Підстава для проведення випробувань: Договір № 6990 від 31.10.2019 р [21].

Нормативні посилання: перелік нормативних документів, на які є посилання у цьому протоколі, наведено у табл. 3.2 [21]

Таблиця 3.2 – Перелік нормативних документів [21]

Позначення нормативних документів	Назви нормативних документів
ДБН В.2.6-31:2016	Теплова ізоляція будівель
ДСТУ Б В.2.6-36:2008	Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови
ДСТУ 3756-98 (ГОСТ 30619-88)	Енергозбереження. Перетворювачі теплового потоку термоелектричні загального призначення. Загальні технічні умови
ДСТУ 4179-2003	Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови.
ДСТУ Б В.2.6-101:2010	Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Мета випробувань: визначення фактичних теплотехнічних показників фрагментів систем фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic*, *Ceresit Ceretherm Aerowool* та перевірка їх відповідності вимогам п. 4.19 ДБН В.2.6-31:2016, п. 6.3 ДСТУ Б В.2.6-36:2008 (термін ефективної експлуатації збірної системи стійкість системи до кліматичних факторів, циклів) [21].

Вироби для випробувань відібрані представниками Замовника.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							55
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Документація, згідно з якою виготовлено вироби для випробування: технічна документація підприємства-виробника [21].

Призначення конструкцій, що випробовувались: фрагменти систем фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic*, *Ceresit Ceretherm Aerowool*, для житлових, громадських та промислових будівель, що експлуатуються у I-II температурних зонах України (відповідно до ДБН В.2.6-31:2016) [22].

Опис та ідентифікація випробувальних виробів: фрагмент системи фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic* – 1 шт. (1200x800 мм), фрагмент системи фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm Aerowool* – 1 шт. (1200x800 мм) [21].

Зразки, що випробувалися, зареєстровані: фрагмент системи фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic* – №387, фрагмент системи фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm Aerowool* – №388 [21].

Дата реєстрації – 05.12.2019 р.

Результати візуального обстеження виробу перед випробуваннями [21]:

якісний зовнішній вид, без дефектів та механічних пошкоджень, допускається на випробування.

Дата проведення випробувань: 09.12.2019 – 10.01.2020 р.

Випробування проводились згідно з ДСТУ Б В.2.6-36:2008 та ДСТУ Б В.2.6 -101:2010.

Перед початком дії циклічних кліматичних впливів було зафіксовано зовнішній вигляд конструкції та проведено випробування з визначення початкового значення опору теплопередачі. В процесі випробувань проводилося визначення опору теплопередачі в самий перший та останній дні експерименту [21].

Умови проведення випробування

$t_{\text{в}} = +(22 \pm 3) ^\circ\text{C}$, $\varphi = 48\text{--}60 \%$, $P = 98,1\text{--}101,7 \text{ кПа}$.

де $t_{\text{в}}$ – температура внутрішнього повітря в приміщенні;

φ – вологість повітря в приміщенні;

P – атмосферний тиск повітря в приміщенні.

Графік проведення циклічних кліматичних впливів згідно з ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Фрагмент піддавали однобічному циклічному температурному впливу дощування – заморожування – відтавання – опромінення – нагрівання [21].

Температура заморожування дослідного фрагменту встановлювалась згідно з додатком В табл. В.4 ДБН В.2.6-31:2016 для температурної зони з найбільш холодною температурою зовнішнього повітря, а саме $-5 ^\circ\text{C}$. З зовнішнього боку дослідного фрагменту

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							56
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

забезпечувались умови примусової конвекції з коефіцієнтом тепловіддачі на рівні 23 Вт/(м²·К). З внутрішньої сторони в той же час встановлювалась температура повітря +5°C та коефіцієнт тепловіддачі на рівні 8,7 Вт/(м²·К). Тривалість заморожування становила 3 год [21].

Відтавання фрагменту відбувалось за температури +5 °С в умовах природної конвекції з коефіцієнтом тепловіддачі (5 ± 1,5) Вт/(м²·К). Тривалість відтавання дорівнювала 5-7 год.

Нагрів фрагменту здійснювався в кліматичній камері в умовах примусової конвекції за температури повітря з боку зовнішньої поверхні +3-(+6) °С та температури повітря з боку внутрішньої поверхні +5 °С. Тривалість нагрівання становила 3 год [21].

Один цикл випробувань складався з заморожування – нагрівання – відтавання. Нагрівання здійснювалось за графіком: непарні цикли – обігрів у кліматичній камері в умовах змущеної вільної конвекції за температури повітря +5 °С, парні цикли – заморожування у кліматичній камері в умовах змущеної вільної конвекції за температури повітря -5°C [21].

Всього було проведено 62 циклів.

Послідовність дій випробування

Перед початком дії циклів експерименту на фрагменти систем з зовнішньої сторони та внутрішньої в камері вішають по 16 датчиків термопар, 16 датчиків температури та 3 повітряні датчики, для першого заміру термічного опору, середнього показника температури та температурного поля. Згодом цей процес заміру повторюється кожні 10 циклів, щоб зрозуміти тенденцію зменшення термічного та приведенного опору теплопередач конструкцій. І завершальний замір проводиться одразу після закінчення всіх циклів в термокамері [21].

Опис конструкцій, що випробувались – фрагмент системи фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic*, фрагмент системи фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm Aerowool*.

Фрагмент системи фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic* – №387 [21]:

- основа – вологостійкий гіпсокартонний лист – 800x1200 мм;
- ППС товщиною 150 мм, щільністю 20 кг / м³ ;
- Ceresit Ceretherm aquastatic: ППС Ceresit CT 315 (150 мм);
- ґрунтівка Ceresit CT 17 pro;
- Ceresit CT 83 pro (Зима) приклеювання плит;
- дюбелі Ceresit CT 330;
- Ceresit CT 85 pro (Зима) захисний армований шар;
- сітка Ceresit CT 325;

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							57
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

- фарба ґрунтуюча Ceresit CT 15 silicone;
- штукатурка силікон-силікатна Ceresit CT 174 (1,5 мм).

Фрагмент системи фасадного утеплення **Ceresit Ceretherm Aerowool** – №388 [21]:

- основа – вологостійкий гіпсокартонний лист – 800x1200 мм;
- маячковий спосіб приклеювання утеплювача: MB Ceresit CT 320 (150 мм);
- ґрунтівка Ceresit CT 17 pro;
- Ceresit CT 180 pro (Зима) приклеювання плит;
- дюбелі Ceresit CT 335;
- Ceresit CT 190 pro (Зима) захисний армований шар;
- сітка Ceresit CT 325;
- фарба ґрунтуюча Ceresit CT 16 pro;
- штукатурка мінеральна CT 137 (1,5 мм) + фарба Ceresit CT 54 аеро (два шари).

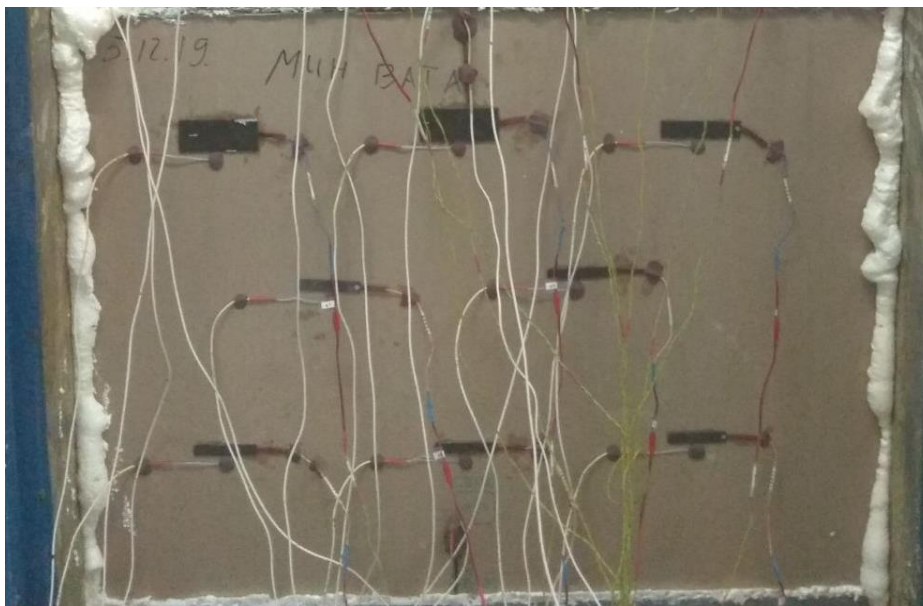


Рисунок 3.10 – Загальний вигляд дослідних фрагментів систем фасадного утеплення мінеральної вати із зовнішньої сторони під час випробувань [21]

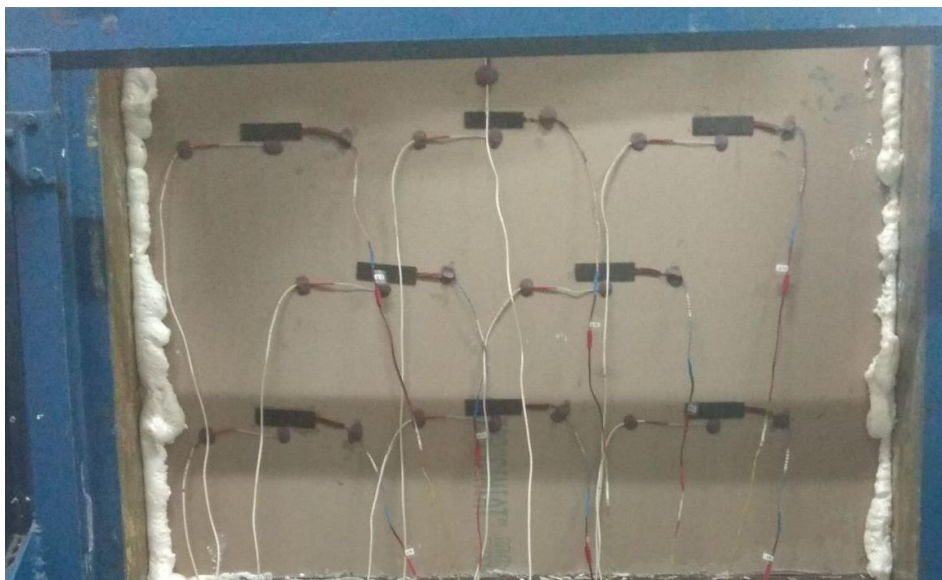


Рисунок 3.11 – Загальний вигляд дослідних фрагментів систем фасадного утеплення пінополістиролу із зовнішньої сторони під час випробувань [21]

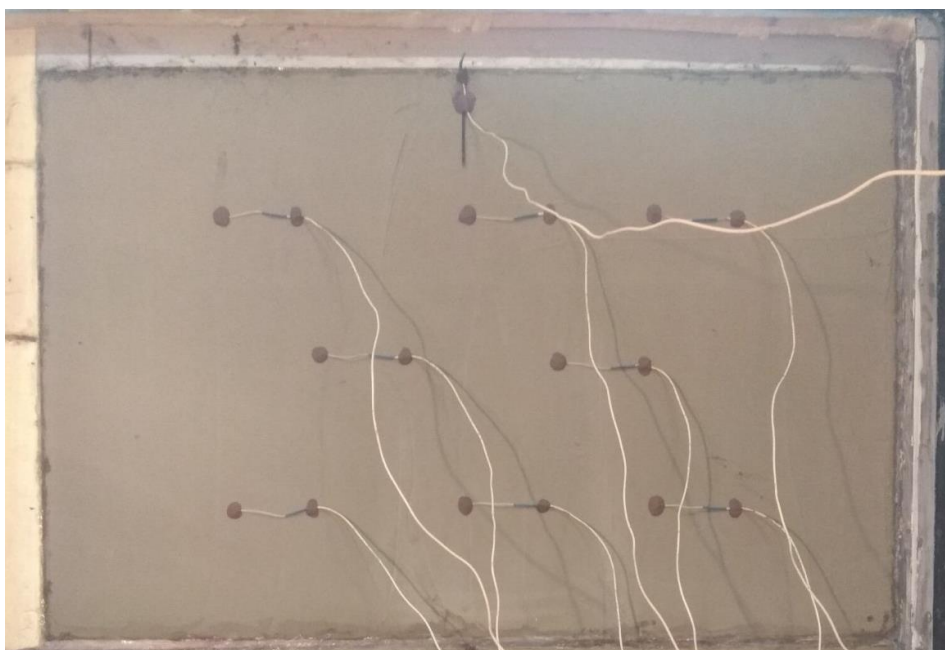


Рисунок 3.12 – Загальний вигляд дослідних фрагментів систем фасадного утеплення мінеральної вати із внутрішньої сторони під час випробувань [21]

Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат

ТП-391 мп 52 001 ПЗ

Арк.
59

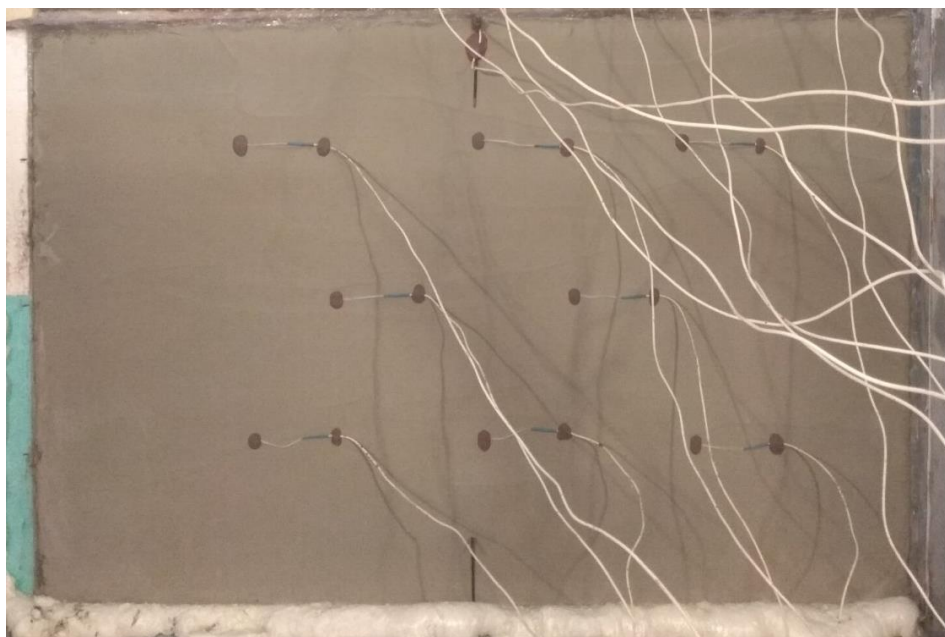


Рисунок 3.13 – Загальний вигляд дослідних фрагментів систем фасадного утеплення пінополістиролу із внутрішньої сторони під час випробувань [21]

Тип та основні характеристики випробувального обладнання, засобів вимірювальної техніки, за допомогою яких фіксувалися параметри оточуючого середовища під час випробувань, наведені в табл. 3.3 [21].

Таблиця 3.3 - Тип і характеристики випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки [21]

Назва випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки	Заводський або інвентарний номер	Дата атестації або повірки		Номер свідоцтва
		Ост.	Наступн.	
Кліматична термокамера КТК-3000	Інв. № 7750 Зав. №236103	05.2019	05.2020	UA/24/190517/1996
Кліматична камера NEMA TV-1000	Зав. №173491, Інв. №993	05.2019	05.2020	UA/24/190517/1997

Продовження таблиці 3.3 [21]

Прилад багатофункціональний з мультиплексером 34908A № МУ41011907 (вимірювання сигналу термопар типу К), Agilent 34970A	Зав. № МУ44051833	10.2019	10.2020	UA/24/191024/8442
Термоелектричні перетворювачі хромель- копель, ТХК, згідно з ДСТУ 2837-94 (ГОСТ 3044- 94), похибка вимірювань \pm 0,2 °C	Інв.№40 Зав. №01...20	07.2019	07.2020	UA/24/190717/2803
Перетворювачі теплового потoku	Зав. №16646- 16653	02.2019	02.2020	24-2/0459
Назва випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки	Заводський або інвентарний номер	Дата атестації або перевірки		Номер свідоцтва
		Ост.	Наступн.	
Психрометр МВ-4М з термометрами ТМ-6 згідно з ГОСТ 112-78, похибка вимірювань $\pm 1\%$	зав.№26431 Інв.№26	07.2019	07.2020	UA/24/190717/2826
Термометр скляний ТН-8 (80...+60°C)	Зав. №172	07.2019	07.2020	UA/24/190717/2827
Барометр-анероїд БАММ-1, похибка $\pm 0,1$ кПа	зав.№101518 Інв.№27	12.2019	12.2020	UA/39/181221/1966
Рулетка вимірювальна металева	Інв.№ 13, Зав. №1	11.2019	11.2020	UA/23/181113/003051

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		61

Особливості поведінки конструкцій під час випробувань.

Перед початком випробувань частину кожного дослідного фрагменту було ізольовано від дії на неї кліматичних факторів [21].

Нормативні вимоги

Згідно з ДБН В.2.6-31:2016 термін ефективної експлуатації збірної конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатуркою повинен становити не менше 25 років.

Згідно з п. 6.3 ДСТУ Б В.2.6-36:2008 стійкість системи до кліматичних факторів повинна складати не менше 60 циклів для зовнішніх стін, при цьому зниження термічного опору конструкції повинно бути не більше 10 % [21].

Результати випробувань

Результати випробувань з визначення термічного опору та приведенного опору теплопередачі фрагментів систем фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic* та *Ceresit Ceretherm Aerowool* під час визначення стійкості до кліматичних впливів наведені в табл. 3.4 [21].

Приведений опір теплопередачі – це добуток термічного опору конструкцій та коефіцієнта термічної однорідності огорожуючих конструкцій [21].

Таблиця 3.4 - Результати випробувань опору теплопередачі при визначенні стійкості до кліматичних впливів фрагментів систем фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic* та *Ceresit Ceretherm Aerowool* [21].

Кількість циклів	Термічний опір конструкції, м ² ·К/Вт	Приведений опір теплопередачі конструкції, м ² ·К/Вт
Фрагмент №387 – <i>Ceresit Ceretherm aquastatic</i>		
0	5,19	5,35
62	4,12	4,62
Фрагмент №388 – <i>Ceresit Ceretherm Aerowool</i>		
0	5,22	5,38
62	4,55	5,83

Аналіз результатів

Згідно з п. 6.3 ДСТУ Б В.2.6-36:2008 стійкість збірної системи до кліматичних факторів визначається по відомому зниженню термічного опору після 62 циклів кліматичних

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							62
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

впливів. Для фрагментів систем фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic* та *Ceresit Ceretherm Aerowool* відповідна характеристика після 62 циклів становить [21]:

$$\text{для фрагменту №387} - \frac{R(0)-R(62)}{R(0)} \cdot 100\%, \quad (3.18)$$

$$\frac{5,19 - 5,14}{5,19} \cdot 100\% = 0,96\% \leq 10\%$$

$$\text{для фрагменту №388} - \frac{R(0)-R(62)}{R(0)} \cdot 100\%, \quad (3.19)$$

$$\frac{5,22 - 5,18}{5,22} \cdot 100\% = 0,77\% \leq 10\%$$

де $R(0)$ – початковий термічний опір фрагменту конструкції фасадної теплоізоляції;
 $R(62)$ – термічний опір фрагменту конструкції фасадної теплоізоляції після проведення 62 циклів [21].

Дана характеристика не перевищує встановлене нормативне значення. Відповідно вимога п. 6.3 ДСТУ Б В.2.6-36:2008 виконується [21].

Відповідно до ДСТУ Б В.2.6-36:2008 термін ефективної експлуатації для фрагментів систем фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic* та *Ceresit Ceretherm Aerowool*) буде становити не менше ніж 25 років при виконанні умови [21]:

$$\frac{R(0) - R(60)}{R(0)} k_z \frac{25}{60} \leq 0,1, \quad (3.20)$$

де $k_z = 9$ – коефіцієнт масштабності - експериментальні цикли – умови експлуатації;
 $R(0)$ – початковий термічний опір фрагменту конструкції фасадної теплоізоляції;
 $R(62)$ – термічний опір фрагменту конструкції фасадної теплоізоляції після проведення 62 циклів.

Для систем фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic* та *Ceresit Ceretherm Aerowool* [21]:

$$\text{для фрагменту №387} - \frac{5,19 - 5,14}{5,19} \cdot 9 \cdot \frac{25}{62} = 0,04 \leq 0,1$$

$$\text{для фрагменту №388} - \frac{5,22 - 5,18}{5,22} \cdot 9 \cdot \frac{25}{62} = 0,03 \leq 0,1$$

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		63

Тобто термін ефективної експлуатації систем фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic* та *Ceresit Ceretherm Aerowool* становить не менше ніж 25 умовних років, що відповідає нормативним вимогам п. 4.19 ДБН В.2.6-31:2016 [22].

3.4 Висновки з розділу 3

Були проведені експериментальне дослідження термічного опору та розрахункове дослідження. За час їх проведення був отримані дані в 5,19 та 5,0 м²·К/Вт експериментально та розрахунково відповідно.

Знаючи розрахунковий і експериментальний термічний опір теплопередачі, визначаємо похибку однієї з систем фасадної теплоізоляції:

$$\frac{R_E - R_P}{R_E} * 100\%; \quad (3.21)$$

$$\frac{5,19 - 5,0}{5,19} * 100\% = 3,6\%.$$

Відносна похибка між розрахунком та експериментально отриманими даними теплового опору теплопередачі складає лише 3,6%.

Отже, системи фасадного утеплення *Ceresit Ceretherm aquastatic* та *Ceresit Ceretherm Aerowool*, відповідають нормативним вимогам ДБН В.2.6-31:2016, ДСТУ Б.В.2.6-101:2010 та ДСТУ Б.В.2.6-36:2008 за показниками стійкості збірної системи до кліматичних впливів та терміну ефективної експлуатації, що складає не менше ніж 25 умовних років.

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							64
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

4 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЄКТУ

Ідея стартап проекту полягає в модернізації кліматичної термокамери КТК 3000, для покращення її працездатності та ефективної експлуатації. В основному модернізація полягає в заміні компонентів агрегатів камери на більш сучасні для ефективнішої роботи, заміна холодоносія фреон *R22*, на більш сучасний для зменшення шкідливих випарів.

4.1 Інформаційна карта проекту

Назва проекту	Модернізація кліматичної термокамери КТК3000
Автори проекту	Соломаха А.С., Костерев К.Ю.
Коротка анотація	Основним завданням даного стартап проекту полягає в модернізації старої камери, для ефективнішого експлуатування та порівняння економічної доцільності кошторису з придбанням нової камери. Даний стартап дасть змогу також покращити екологічну ситуацію та зменшити навантаження на інше обладнання.
Термін реалізації проекту	Залежить від термінів поставки нового оснащення, його встановлення, швидкості роботи працівників, та часу для перевірки працездатності.
Необхідні ресурси	Фінансування для переобладнання кліматичної термокамери новішими технічними складовими (враховуючи оплату праці робочим, які будуть встановлювати обладнання).
Опис проблеми, яку вирішує проект	Побутові проблеми: Зменшення витрат водо надходження, чи заміна типу охолодження на повітряний. Зменшення шкідливих випарів, частковою або повною заміною холодоносія – фреон <i>R22</i> . Робочі проблеми: Збільшення швидкості розігріву, чи охолодження повітря в корисному просторі кліматичної термокамери. Зрозуміла кожному панель керування, для користування камерою.

Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат

ТП-з91 мп 52 001 ПЗ

Арк.

65

Продовження таблиці

Головні цілі та завдання проєкту	Головним завданням даного проєкту є надання обладнанню більш сучасного оснащення, з метою покращення екологічної складової, ефективної експлуатації та зменшення фінансових витрат на утримання та роботу.
Очікувані результати:	
Крім екологічно позитивних змін, які може забезпечити даний стартап проєкт, можна зазначити збільшення ефективного часу роботи кліматичної камери, зменшення витрат на її обслуговування. За рахунок даної модернізації, можна підняти приріст корисної роботи в лабораторії, та збільшення ефективної експлуатації в цілому.	

4.2 SWOT

Переваги	Недоліки
Покращення екологічного клімату. Економія часу в роботі. Витрати на побутове обслуговування.	Зменшення ефективності лабораторії, під час модернізації камери із-за неробочого стану.
Можливості	Загрози
Зменшення шкідливих випарів. Можливість збільшення корисного робочого часу камери.	Скрутний фінансовий стан.

4.3 Модернізація

З оцінки ефективності, я поки можу лише порівняти її із камерами сучаснішими, українського виробництва.

Загальний вигляд в основному є не змінним. В старих варіантах панель приладів це тумблери та різні кнопки, у нових варіантах це сенсорні екрани та кнопки включення. За ці роки змінювалося осердя камер. По перше всі нові камери в основному роблять на повітряному охолодженні. Трохи нехтуючи часом, вони дають економію в грошах, адже при водяному охолодженні вода береться із труб водоканалу, а її треба не в малій кількості. По друге все таки з часом багато модернізують, та створюють нові компоненти та агрегати для всього, включаючи цю камеру. Все: компресор, парогенератор, сама холодильна машина, і звичайно електроніка стає більш надійними, швидкісними і безпечнішими.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		66

Оскільки кліматична термокамера є стандартною за конструкцією, вона складається із:

- робочого об'єму;
- холодильного агрегату;
- щита керування;
- панелі керування.

Робочий об'єм

Робочий об'єм, як і старої так і нових камер по суті майже не змінний. Це є достатнім для таких експериментів. Тож для модернізації ця частина не підлягатиме, оскільки це в свою чергу призведе до повної зміни даної конструкції.

Холодильний агрегат

Холодильна машина, потребує жорсткої модернізації, адже це основна робоча частина камери. Саме головне, що їй не вистачає - це потужності. Компресор занадто довго продуває мастило по системі, і згодом надто довго збирає його при відключенні системи. Конденсатор та насоси для охолодження водою, приймають її в швидкості при якій система генерує холод набагато довше ніж нові кліматичні камери. Тобто ця камера набирає від 0 °С наприклад до -20 °С за час той самий, за який нова камера опустить до -60 °С.

Парогенератор в свою чергу має малої потужності насоси, для прокачки та має малий тиск як для теперішнього використання. Пара, яка надходить назад в труби через контур рециркуляції має недостатню швидкість, що запобігає швидшому потоку дій, наприклад для випробування на вологостійкість. Як і парогенератор, тенти теж стали мало-потужними для теперішніх об'ємів науково-дослідних випробувань.

Щит керування

Щит керування, має підключення до 380 Вт, що на даний час добре підходить. Але сама серцевина, де знаходяться основні кабелі, проводка, клапани та інша електроніка теж потребує заміни на більш нові елементи.

Панель керування

Як доповнення, можна оновити панель керування, оскільки в нових камерах стоять сенсорні екрани на яких все описано і для вивчення працездатності камери вистачить 5 хвилин. Але на цій камері стоять ще старі тумблери та кнопки, і щоб розібратися як вона працює і що коїться знадобиться не одна година.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							67
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

4.4 Техніко-економічний розрахунок

Задачею техніко-економічного розрахунку є визначення капіталовкладень, строку окупності та економічної ефективності модернізованої схеми холодильного агрегату для кліматичної термокамери КТК3000.

Розрахунок капіталовкладень

Вкладення капіталу (інвестування) можна реалізувати декількома шляхами - за допомогою прямих фінансових (грошових) витрат, кредитування або придбання цінних паперів. З фінансової точки зору основною метою капітальних вкладень є усунення зайвих (непотрібних) капітальних витрат за допомогою планування і формування бюджету. Крім цього, стоїть завдання оновлення виробничих засобів, визначення потреб в заміні або ж вдосконаленні (оновленні) вже існуючого обладнання.

Одна з головних ланок процесу розвитку підприємства - своєчасні капіталовкладення і заміна вже застарілих (зношених) основних засобів. При цьому розширення у виробничій сфері можливо лише за допомогою нових інвестицій, спрямованих не тільки на формування нових потужностей, але і на оптимізацію вже існуючих технологій. В цьому і полягає економічна суть основних капіталовкладень [23].

Капіталовкладення часто позиціонуються, як процес руху ціни, економічна підгрупа - фінансові відносини, пов'язані з рухом коштів, інвестованих в основні фонди. Сукупність витрат являє собою довгострокові інвестиції капіталу в різні сфери економіки. При цьому вкладення можуть реалізовуватися на різні терміни, в різноманітні сфери економіки, об'єкти підприємницької та іншої діяльності [23].



Рисунок 4.1 – Новий холодильний компресор *Bitzer* [24]

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							68
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Таблиця 4.1 – Кошторис на устаткування реконструкції

Найменування	Кільк., шт.	Ціна за од., тис. грн	Загальна вартість, тис. грн
Компресор холодильний <i>Bitzer</i>	1	22,0	22,0
Трубопроводи та теплоізоляція	-	-	5,0
Манометри зразкові МО, ВО	3	0,8	2,4
Термопара ТХА-2088, ТХК-2088, термоперетворювач, Харків	3	0,6	1,8
Загальна вартість обладнання $K_{об}$, тис. грн.	-	-	31,2

Капіталовкладення в проектування на реконструкцію модернізованої схеми холодильного агрегату для кліматичної термокамери КТК3000 визначаємо за формулою:

$$K = K_{об} + K_{монт} + K_{тр} + K_{неп}, \quad (4.1)$$

де $K_{монт}$ – витрати на монтаж обладнання, тис. грн.;

$K_{тр}$ – транспортні витрати на доставку обладнання, тис. грн.;

$K_{неп}$ – непередбачувані витрати, тис. грн.

а) Витрати на монтаж обладнання:

$$K_{монт} = 0,15 \cdot K_{об}; \quad (4.2)$$

$$K_{монт} = 0,15 \cdot 31,2 = 4,68 \text{ тис. грн.}$$

б) Транспортні витрати на доставку обладнання:

$$K_{тр} = 0,05 \cdot K_{об}; \quad (4.3)$$

$$K_{тр} = 0,05 \cdot 31,2 = 1,56 \text{ тис. грн.}$$

в) Непередбачувані витрати:

$$K_{неп} = 0,2 \cdot (K_{об} + K_{монт} + K_{тр}); \quad (4.4)$$

$$K_{неп} = 0,2 \cdot (31,2 + 4,68 + 1,56) = 7,488 \text{ тис. грн.}$$

Тоді,

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							69
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

$$K = 31,2 + 4,68 + 1,56 + 7,488 = 44,928 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на експлуатацію модернізованої схеми

Сумарні витрати на експлуатацію модернізованої схеми:

$$I_{\text{сум}} = I_{\text{зн}} + I_{\text{а}} + I_{\text{рем}} + I_{\text{ін}}, \quad (4.5)$$

де $I_{\text{зн}}$ – зарплата робітника, грн/рік;

$I_{\text{а}}$ – амортизаційні витрати, грн/рік;

$I_{\text{рем}}$ – витрати на ремонт устаткування, грн/рік;

$I_{\text{ін}}$ – інші витрати, грн/рік.

Роботи на реконструкцію модернізованої схеми обслуговуються одним робітником із середньою місячною зарплатою $I_{\text{зн}}^{\text{м}} = 5000$ грн/місяць. Тоді річна зарплата робітника, з нарахуваннями на заробітну плату в розмірі 37,5%, складає:

$$I_{\text{зн}} = 5000 \cdot 12 \cdot 0,375 = 22,5 \text{ тис. грн/рік.}$$

Амортизаційні витрати:

$$I_{\text{а}} = N_{\text{а}} \cdot K_{\text{об}}, \quad (4.6)$$

де $N_{\text{а}}$ – норма відрахувань на амортизацію; приймається рівної 15 % на рік;

$$I_{\text{а}} = 0,15 \cdot 31,2 = 4,68 \text{ тис. грн/рік.}$$

Витрати на ремонт устаткування (приймаються рівними 80 % від витрат на амортизацію):

$$I_{\text{рем}} = 0,8 \cdot I_{\text{а}}; \quad (4.7)$$

$$I_{\text{рем}} = 0,8 \cdot 4,68 = 3,744 \text{ тис. грн/рік.}$$

Інші витрати:

$$I_{\text{ін}} = 0,3 \cdot (I_{\text{а}} + I_{\text{рем}} + I_{\text{зн}}); \quad (4.8)$$

$$I_{\text{ін}} = 0,3 \cdot (4,68 + 3,744 + 22,5) = 9,277 \text{ тис. грн/рік.}$$

Сумарні витрати на реконструкцію модернізованої схеми:

$$I_{\text{сум}} = 22,5 + 4,68 + 3,744 + 9,277 = 40,201 \text{ тис. грн/рік.}$$

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							70
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Визначення строку окупності капіталовкладень

Розрахунок строку окупності капіталовкладень передбачає визначення тривалості періоду, протягом якого вкладені кошти повернуться інвестору. При цьому, весь обсяг генерованих проектом коштів, головними складовими яких є чистий прибуток і сума амортизаційних відрахувань (тобто чистий ефективний грошовий потік), зараховується як повернення на початково інвестований капітал. Розрахунок строку окупності здійснюється шляхом поступового вирахування із загальної суми інвестиційних витрат величин чистого ефективного грошового потоку за один плановий період. Значення інтервалу, в якому залишок стає негативним, відповідає значенню строку окупності інвестицій, який визначається [23].

Строк окупності капіталовкладень, які були інвестовані в реконструкцію модернізованої схеми холодильного агрегату для кліматичної термокамери КТК3000, визначається за формулою:

$$T_{ок} = \frac{K}{I_{сум}}; \quad (4.9)$$

$$T_{ок} = \frac{44,928}{40,201} = 1,1 \text{ рік.}$$

Так як $T_{ок} = 1,1 \text{ років} < T_n = 6,6 \text{ року}$, то реконструкція модернізованої схеми холодильного агрегату для кліматичної термокамери КТК3000 є доцільною.

Визначення економічної ефективності модернізованої схеми:

Економічну ефективність визначаю за формулою:

$$E_{еф} = I_{сум} - K \cdot E_n, \quad (4.10)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень. Приймаю $E_n = 0,15$.

$$E_{еф} = 40,201 - 44,928 \cdot 0,15 = 33,462 \text{ тис. грн/рік.}$$

4.5 Висновки з розділу 4

Все це характеризує роботу кліматичної термокамери, як важливого елементу для науково-дослідних експериментів. Без таких камер неможливо було б дати, як і гарантії на матеріали так і їх сертифікати на ефективну експлуатацію.

Кліматичні випробування в різних сферах будівництва, чи промисловості є не тільки актуальними, а і необхідними. Дані камери в основному експлуатуються для видачі

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							71
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

сертифікатів будівельних матеріалів. Адже видача сертифікатів на їх дозвіл не йде просто так. Без належних експлуатаційних характеристик вони не будуть допущені до будівництва.

Це можна назвати першим етапом матеріалів, після їх вироблення. Отже без проходження цих наукових дослідів, вони не зможуть пройти на другий етап свого життєвого циклу, тобто на будівництво. Також першою і неодмінною умовою відтворюваності результатів випробувань є їх повний і точний опис, що виключав би всяку невизначеність тлумачення.

Наразі я рахую, що модернізувати таку камеру, буде дешевше, аніж купити нову вже з такими ж характеристиками, а також дасть змогу розібратися в принципі дії кліматичної камери на новому, кращому рівні.

Модернізація включає в себе такі рекомендації:

- заміна холодильного агрегату;
- заміна автоматичного щита керування;
- реконструкція панелі керування;
- заміна холодоагенту фреон R22 на більш новіший.

Провівши техніко-економічний розрахунок заміни холодильного агрегату, зробили розрахунок капіталовкладень, витрати на експлуатацію модернізованої схеми холодильного агрегату та визначення строку окупності капіталовкладень, дійшов висновку, що реконструкція модернізованої схеми холодильного агрегату для кліматичної термокамери КТК3000 є доцільною. При строку окупності в 1,1 рік, економічна ефективність модернізованої схеми складатиме 33,462 тис. грн./рік, що є більшим за загальну вартість закупленого обладнання.

						<i>ТП-391 мп 52 001 ПЗ</i>	Арк.
							72
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Дослідження термічного опору теплопередачі був виконаний на кліматичній термокамері, яка працює на холодоагенті – фреон R22. Камера має інфрачервоне та ультрафіолетове випромінення, можливість дощування водою, лужним розчином та кислотним, та основна її дія це заморожування до -32°C та нагрівання до $+120^{\circ}\text{C}$ для проведення циклічних кліматичних впливів (тиск там досягає 1,6 МПа, а корисна потужність 2800 Вт).

Виконання науково-дослідної роботи передбачає також застосування засобів обчислювальної техніки у відповідності до вимог діючого Положення «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 25 квітня 2018 р. за № 508/31960 [78] та ДСанПін 3.3.2.007-98 [79].

Основну увагу у цьому розділі приділено забезпеченню вимог з електробезпеки, та техніки безпеки при заправці експериментальної камери лабораторного стенду,

В цьому розділі запропоновані технічні рішення та організаційні заходи з безпечної експлуатації експериментального обладнання та засобів обчислювальної техніки, а також визначені необхідні заходи з виробничої санітарії і гігієни праці та основні заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях [25].

5.1 Визначення основних потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників при проведенні експериментального дослідження

Метою дипломної дисертації було дослідження термічного опору теплопередачі елементів будівельних конструкцій в кліматичній термокамері, як в теоретичних даних та розрахунках так і в реальних умовах при дослідженні кваліфікаційних випробувань з визначення стійкості до циклічних кліматичних впливів фрагментів систем фасадного утеплення.

Оскільки основу роботи складають дослідження із використанням кліматичної термокамери в лабораторії, існує небезпека ураження електричним струмом. Також під час експериментальних дослідів з причин електричного характеру можливий негативний вплив на персонал електромагнітного випромінення.

При проведенні дозаправки термокамери, використовується газовий балон зі стисненим зрідженим фреоном R22, критичний тиск якого досягає 5 МПа.

Небезпечні та шкідливі фактори при проведенні наукових досліджень:

- ураження електричним струмом;

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							73
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

- неправильне використання газового балону (вибух);
- можливість враження тіла (шкіри) при довгому контакті із інфрачервоним та ультрафіолетовими лампами;
- можливість враження тіла (шкіри) при довгому контакті із лужним чи кислотним розчином для дощування;
- вібрація, шум, які викликані роботою компресора та вентиляторів кліматичних термокамер, пускачів;
- наявність електромагнітного впливу випромінення в лабораторії;
- незадовільні мікрокліматичні умови (підвищена чи зменшена вологість та атмосферний тиск);
- незадовільна освітленість.

При виконанні досліджень не можна допускати ударів, чи падіння газового балону особливо за низьких чи високих температур, а також нагрівання балону сонячним випроміненням чи іншим джерелом, що може призвести до збільшення тиску вище допустимого. Зберігати такі балони треба на відстані 1 м від джерела тепла та на 5 м від джерела відкритого полум'я.

5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії

У науково-дослідній лабораторії, у процесі проведення експерименту, та при використанні кліматичних термокамер чи іншого обладнання на людину впливають різноманітні несприятливі фактори, які можуть привести до травмування, ураження електричним струмом, чи отруєння викидами шкідливих речовин.

5.2.1 Електробезпека

В приміщенні лабораторії, що розглядається, використовується 4-х та 5-ти провідні 3-х фазні електромережі із зануленням (система заземлення *TN-C* та *TN-S*). Температура в приміщенні зазвичай становить ± 20 °C, а вологість повітря не перевищує $\pm 45\%$. Також відсутнє хімічно активне середовище, що руйнує ізоляцію і струмопровідний пил. В той же час у приміщенні можливий одночасний дотик людини до металевих корпусів електричного обладнання і до заземлених металевих конструкцій будівлі. Таким чином, згідно з ПУЕ-2017, умови приміщення за рівнем електробезпеки можна віднести до умов з підвищеною небезпекою.

Використовуване в дослідницькій роботі устаткування живиться від мережі напругою до 1000 В, якщо бути точним то більшість кліматичних камер та іншого устаткування живиться від мережі в 380 В. Воно належить до класів I та II за електрозахистом (ДСТУ ІЕС

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							74
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

61140:2015). Апаратура лабораторного стенду для визначення характеристик досліджуваних зразків відноситься до I класу за електрозахистом, тобто це таке електричне обладнання, що має робочу ізоляцію, провід для під'єднання до джерела живлення має заземлюючу жилу і вилку із заземлюючим контактом, а також елемент для заземлення (система заземлення *TN-S*).

У процесі експлуатації електронно-обчислювального обладнання, кліматичних камер та іншого обладнання можливе доторкання до частин електроустаткування, які перебувають під напругою. Оцінка небезпеки дотику до струмоведучих частин полягає у визначенні допустимих значень напруги дотику і порівнянні їх із допустимими значеннями в залежності від часу дії електричного струму згідно із вимогами ПУЕ - 2017 (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Допустиме значення напруги [25]

t (сек)	до 0,1	0,2	0,5	0,7	0,9	>1 сек. до 5 сек.
$U_{1\text{доп.дот}}$ (В)	500	400	200	130	100	65

Основними причинами ураження людей електричним струмом є доторкання до відкритих струмоведучих частин, до струмопровідних елементів обладнання, які виявилися під напругою в результаті порушення ізоляції. Нижче наведені групи технічних рішень щодо запобігання електротравм згідно ПУЕ-2017. «Правила улаштування електроустановок. Розділ 1 Загальні правила. Гл.1.7 Заземлення і захисні заходи електробезпеки»:

- технічні рішення із запобігання електротравм від контакту із нормально струмоведучими елементами електрообладнання: надійна ізоляція нормально струмоведучих елементів електроустаткування; застосування закритих клемових з'єднань; розведення електромережі в приміщеннях у каналах стін;

- технічні рішення щодо запобігання електротравм при переході напруги на електропровідні нормально не струмовідні елементи устаткування (аварійний режим роботи електрообладнання, наприклад, пробій робочої ізоляції): занулення, тобто навмисне електричне з'єднання нормально не струмоведучих елементів електроустаткування із заземленою нейтраллю електромережі за допомогою нульового дроту і автоматичне вимкнення живлення. При аварійному режимі спрацьовує захист від короткого замикання (автомат максимального струмового захисту чи плавкий запобіжник) і пошкоджене електрообладнання відключається від електромережі.

В лабораторії на всьому обладнанні та устаткуванні використовується захисне заземлення, як засіб захисту. Необхідно забезпечити відповідний нормативний еквівалентний опір заземлюючого пристрою (R_3) – нормується залежно від величини напруги, яка підводиться до споживача електроенергії, потужності цього споживача, режиму нейтралі електромережі і може бути в межах 4 Ом - 10 Ом при робочих напругах до 1000 В і в межах 0,5 Ом – 10 Ом при робочих напругах більше 1000 В.

5.2.2 Мікроклімат робочої зони

Для нормалізації мікроклімату, згідно з ДСН 3.3.6.042-99. «Державні санітарні норми параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях», приміщення з ЗОТ обладнане системою опалення, а також системою кондиціювання повітря з індивідуальним регулюванням температури та об'єму повітря, що подається, у відповідності до ДБН В.2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». Для захисту обладнання від перегрівання в теплий період року та охолодження – в зимовий, приміщення додатково обладнане тепло ізолюючими екранами.

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 параметри мікроклімату, що нормуються: температура (t , °C) і відносна вологість (W , %) повітря, швидкість руху повітря (V , м/с), потужність теплових випромінювання ($Вт/м^2$).

Оптимальні (допустимі) параметри мікроклімату для умов, що розглядаються (категорія робіт та період року) відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Параметри мікроклімату [25]

Період року	Оптимальні			Допустимі		
	t , °C	W , %	V , м/с	t , °C	W , %	V , м/с
Теплий	23-25	40-60	0,1	23-28	55	0,2-0,1
Холодний	22-24	40-60	0,1	21-25	75	<0,1

Фактичні параметри мікроклімату в робочій зоні відповідають приведеним вище нормам ДСН 3.3.6.042–99.

5.2.3 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично-допустимими концентраціями (ГДК) в мг/ м³ згідно з ГОСТ 12.1.005-88.

В умовах, що розглядаються в проекті, можливими забруднювачами повітря можуть бути:

- пускачі, які є в корпусі лабораторії.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							76
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Для забезпечення складу повітря робочої зони відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 передбачені наступні рішення:

- припливна вентиляція;
- витяжна вентиляція;
- сигналізація загазованості приміщення;
- димосос і вентилятор розташовані поза приміщенням лабораторії на окремій площадці.

5.2.4 Виробниче освітлення

Природне освітлення

Відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2018 при нормуванні природного освітлення використовується коефіцієнт природного освітлення (КПО або e).

$$\text{КПО} = e = E_{\text{вн}}/E_{\text{зовн}} \cdot 100 (\%), \quad (4.1)$$

де $E_{\text{вн}}$ – внутрішня природна освітленість у приміщенні, яка вимірюється в місці, що розглядається, лк;

$E_{\text{зовн}}$ – зовнішня природна освітленість дифузним світлом всього небосхилу, що вимірюється одночасно з $E_{\text{вн}}$, лк.

Для умов, що розглядаються у проекті, в залежності від розряду (I-VIII) та під розряду (а,б,в,г) зорової роботи, системи природного освітлення (бокове, верхнє, комбіноване, сумісне) визначається нормативне значення КПО для даного робочого приміщення:

$$e_{\text{нр}} = e_n \cdot m, \quad (4.2)$$

де e_n – нормоване значення КПО згідно з даними таблиць 1 та 2 (ДБН В.2.5-28-2018);
 m – коефіцієнт світлового клімату згідно з даними таблиці 4 (ДБН В.2.5-28-2018).

Для забезпечення нормативного значення КПО передбачено:

- у всіх приміщеннях де перебуває людина, передбачається природне освітлення, яке забезпечується бічним, верхнім та комбінованим освітленням.

Штучне освітлення

Нормується абсолютна величина освітленості E_n в люксах (ДБН В.2.5-28-2018).

Для умов, що розглядаються у проекті, в залежності від розряду (I-VIII) та під розряду (а,б,в,г) зорової роботи, системи штучного освітлення (загальне, комбіноване), типу джерела освітлення (лампи розжарювання, люмінесцентні, газорозрядні тощо) визначається нормативне значення освітленості $E_n=800$ лк на робочих місцях (ДБН В.2.5-28-2018).

Для забезпечення наведених значень E_n :

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							77
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

- для забезпечення кращої продуктивності праці бажано збільшити освітленість до 1200-1400 лк;
- застосування напівпровідників, які можуть компенсувати витрати на модернізацію старих світильників;
- рівномірність засвічення.

5.2.5 Виробничі вібрації

Відповідно до вимог ДСН 3.3.6.039-99 нормуються допустимі величини віброшвидкості (м/с) чи віброприскорення (м/с²), або логарифмічні рівні віброшвидкості $L = 20\lg(V_i/V_0)$, дБ (V_i – середньоквадратичне значення віброшвидкості за певний період часу, м/с; $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$, м/с – вихідне значення віброшвидкості) залежно від частоти коливань, їх виду (транспортні, транспортно-технологічні та технологічні вібрації робочого інструменту, устаткування чи робочих місць), напрямку (X, Y, Z) і часу дії протягом робочої зміни.

Джерелами вібрації в умовах, що розглядаються в проекті, є (або відсутні): відсутні.

Можливі параметри вібрацій, виходячи із вібраційних характеристик (ВХ) відповідного технологічного обладнання, знаходяться в межах 8...1000 Гц – 108дБА, $L_{V^{факт}}=80$ дБА. (навести можливі значення параметрів вібрацій для ряду частот).

Для зменшення дії вібрації на працюючих проектом передбачено:

- установка всього устаткування, що є джерелом вібрації, на індивідуальні фундаменти із застосуванням матеріалів, які гасять вібрації ДСН 3.3.6.039-99;
- на повітроводах передбачені еластичні вставки;
- дистанційне керування устаткуванням, що виключає передачу вібрації на робочі місця, віброізоляція робочих місць.

5.2.6 Виробничий шум

Відповідно до вимог ДСН 3.3.6.037-99 нормуються допустимі рівні звукового тиску $L = 20\lg(P_i/P_0)$, дБ (P_i , Па – середньоквадратичні значення звукового тиску в октавних смугах частот із середньо геометричними значеннями частот 31,5 Гц; 63 Гц; 125 Гц; 250 Гц; 500 Гц; 1000 Гц; 2000 Гц; 4000 Гц; 8000 Гц за період часу, що розглядається; P_0 , Па – значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі частот із середньо геометричною частотою 1000 Гц) залежно від частоти, характеру робіт і характеру шуму (нормування за граничними спектрами - ГС) або допустимі рівні звуку $LA = 20\lg(PA/P_0)$, дБА (PA – середньоквадратичне значення звукового тиску з урахуванням корекції А шумоміра) залежно від характеру робіт і характеру шуму.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							78
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Для умов, що розглядаються в проекті чи умов виконання роботи (вказати характер робіт і характер шуму) допустимі рівні звукового тиску повинні відповідати ГС, а рівні звуку L_A не повинні перевищувати допустимих значень – ці показники наведені в табл. 5.3 відповідно до ДСН 3.3.6.037-99.

Таблиця 5.3 Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму [25]

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах частот із середньо геометричними значеннями (Гц)									Допустимий рівень звуку (дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Інженер теплотехнік 3 категорії	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

Для тонального і непостійного шуму допустимі значення L та L_A на 5 одиниць менші.

Джерелами шуму в умовах, що розглядаються в проекті (роботі) є кліматичні камери, основним шумом яких є робота холодильного агрегату, та пускачі (захист електродвигунів) які розташовані в лабораторії.

Очікувані рівні звукового тиску і рівень звуку відповідно до шумових характеристик цих джерел (ШХ) [] дорівнюють 60 дБА.

Для забезпечення допустимих параметрів виробничого шуму (поліпшення шумового клімату) в робочих приміщеннях проектом передбачено:

- розташування обладнання та устаткування, що є джерелом шуму, в окремих приміщеннях від робочих місць персоналу;
- дистанційне керування встаткуванням, що виключає передачу шуму на робочі місця, віброізоляція робочих місць.

Фактичні рівні виробничого шуму та вібрацій не перевищують гранично допустимих рівнів.

5.2.7 Виробничі випромінювання

В лабораторних умовах інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного встаткування, освітлювальних приладів, інсоляції на постійному й непостійному робочому місцях не повинна перевищувати 35 Вт/м^2 при опроміненні 50 %

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ				Арк.
										79
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат					

поверхні тіла і більше, 70 Вт/м² при опроміненні 25 ÷ 50 % тіла, 100 Вт/м² при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла.

Технічні рішення по запобіганню шкідливого впливу при проведенні експерименту:

- температура поверхонь приладів не повинна перевищувати 50 градусів, а іншого встаткування 45 градусів, досягається застосуванням теплоізоляції;
- автоматизація технологічного процесу, дистанційне керування;
- робочі зони (місця) при необхідності екрануються;
- для зменшення дії ультрафіолетового випромінення застосовують індивідуальний захист.

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека в надзвичайних ситуаціях регламентується ПЛАС. Одним із основних складових ПЛАС є розробка технічних рішень та організаційних заходів щодо оповіщення, евакуації та дій персоналу у разі надзвичайних ситуацій, а також визначення основних заходів з пожежної безпеки.

Згідно з НАПБ В.01.056-2013/111 «Пожежна безпека електроустановок», електроустановки, до яких відносяться і кліматичні камери повинні відповідати вимогам діючим правилам лаштування електроустановок (ПЛЕ), правил безпечної експлуатації електроустановок та у відповідності до протипожежних вимог будівельних норм і ПЛЕ.

5.3.1 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій

У разі виявлення ознак надзвичайних ситуацій працівник, який їх помітив повинен:

- негайно повідомити про це засобами зв'язку органи ДСНС та вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення надзвичайних ситуацій, наявність людей, а також своє прізвище;
- повідомити про надзвичайну ситуацію керівника, адміністрацію, пожежну охорону підприємства;
- організувати оповіщення людей про надзвичайну ситуацію;
- вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;
- вжити заходів щодо ліквідації наслідків надзвичайної ситуації з використанням наявних засобів;

Керівник та пожежна охорона установи, яким повідомлено про виникнення пожежі, повинні:

- перевірити чи викликані підрозділи ДСНС;
- вимкнути у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							80
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

- у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію, та їх рятування, вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації надзвичайної ситуації;
- перевірити здійснення оповіщення людей про надзвичайну ситуацію;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у ліквідації надзвичайної ситуації;
- організувати зустріч підрозділів ДСНС, надати їм допомогу у локалізації і ліквідації надзвичайної ситуації.

Після прибуття на надзвичайну ситуацію підрозділів ДСНС повинен забезпечуватися безперешкодний доступ їх до місця, де виникла надзвичайна ситуація.

5.3.2 Вимоги щодо організації ефективної роботи системи оповіщення виробничого персоналу при надзвичайних ситуаціях

Для підвищення безпеки в надзвичайних ситуаціях пропонується встановлення системи оповіщення персоналу.

Оповіщення працівників у разі виникнення НС, наприклад при пожежі, здійснюється відповідно до вимог ДБН В.2.5-56-2014.

Оповіщення про НС та управління евакуацією людей здійснюється одним з наступних способів або їх комбінацією:

- поданням звукових і (або) світлових сигналів в усі виробничі приміщення будівлі з постійним або тимчасовим перебуванням людей;
- трансляцією текстів про необхідність евакуації, шляхи евакуації, напрямки руху й інші дії, спрямовані на забезпечення безпеки людей;
- ввімкненням евакуаційних знаків "Вихід";
- ввімкненням евакуаційного освітлення та світлових покажчиків напрямку евакуації;
- дистанційним відкриванням дверей евакуаційних виходів.

Оповіщення працівників про НС здійснюється за допомогою світлових та/або звукових оповіщувачів – обладнуються всі приміщення.

Звукові сповіщувачі повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 54-3:2003 «Системи пожежної сигналізації. Частина 3. сповіщувачі пожежні звукові».

Світлові сповіщувачі, які працюють у режимі спалахування, повинні бути червоного кольору, мати частоту мигтіння в межах від 0,5 Гц до 5 Гц та розташовуватись у межах прямої видимості з постійних робочих місць.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							81
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

5.3.3 Технічні рішення системи протипожежного захисту

У науково-дослідницькій лабораторії знаходиться значна кількість твердих горючих речовин і матеріалів (дерев'яні меблі, пластмасові вироби, гума, папір, що поглинає покриття на стінках). Згідно ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень та споруд з вибухопожежною та пожежною безпекою», науково-дослідницька лабораторія відноситься до пожежонебезпечних приміщень категорії В (тверді горючі й важко горючі речовини й матеріали, речовини й матеріали, які при взаємодії з водою, киснем, повітрям або один з одним здатні тільки горіти).

Згідно з класифікацією робочих зон відповідно до НПАОП 40.1-1.32-01 робочих зон науково-дослідницької лабораторії, які відносяться до зон класу П-Па - пожежонебезпечне, що містять тверді горючі речовини, нездатні переходити у зважений стан.

Згідно з НАПБ В.01.056-2013/111 «Пожежна безпека електроустановок», електроустановки, до яких відносяться і кліматичні камери повинні відповідати вимогам діючим правилам улаштування електроустановок (ПУЕ), правил безпечної експлуатації електроустановок (ПБЕЕС) та діючих ДБН.

Джерелами загоряння можуть бути електричні іскри, коротке замикання, перевантаження електропроводки, несправність апаратури, паління в приміщенні. Тому для запобігання пожежі в приміщенні проводяться пожежно-профілактичні заходи: застосування запобіжників в електричних мережах, а також проводиться інструктаж з техніки пожежної безпеки.

Відповідно до ДСТУ 3675-98 та ISO 3941-2007 у науково-дослідницькій лабораторії знаходяться два вогнегасника: вуглекислотний типу «ВВ-5» і порошкові «ВП-2» та «ВП-5» розташовані на висоті 1,5 м від підлоги поруч із вихідними дверима.

У коридорі знаходяться коробки, у яких знаходиться пожежний кран і рукав, а також знаходиться вогнегасник типу «ВХП-10».

В обох кінцях коридору знаходяться телефонні апарати, над якими знаходяться таблички з номерами телефонів для виклику внутрішньої, а також, якщо потрібно, міської пожежної охорони.

Згідно з ДСТУ EN 62305-1:2012 Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2011, IDT) будівля, у якій розташована лабораторії, обладнана блискавкозахистом.

У науково-дослідницькій лабораторії є план евакуації у випадку виникнення пожежі. Максимальна віддаленість робочих місць від евакуаційних виходів і ширина евакуаційних проходів відповідають вимогам ДБН В.1.1-7-2016, СНіП 2.02.02-85 та ДБН В 1.1-7-2002. У

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							82
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

робочому приміщенні виконані всі вимоги НАПБ А.01.001-2004 «Правил пожежної безпеки України».

Таким чином, у науково-дослідницькій лабораторії виконані всі вимоги з пожежної безпеки.

5.4 Висновки з розділу 5

Проаналізовано потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори при експлуатації кліматичної термокамери та схожого обладнання. Визначено заходи і засоби безпеки та охорони праці обслуговуючого персоналу в лабораторії.

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							83
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

ВИСНОВКИ

При написанні дисертації було проведено експериментальне дослідження в «ДП» НДІБК, при випробуванні на фасадній системі теплоізоляції з мінеральної вати та пінополістиролу, за участі кліматичної термокамери КТК3000. Метою випробування стало визначення фактичних теплотехнічних показників фрагментів систем фасадного утеплення та перевірка їх відповідності вимогам (термін ефективної експлуатації збірної системи, стійкість системи до кліматичних факторів, циклів). Завдяки випробуванню стало відомо підтвердження технічних характеристик, заявлених виробником та подальшу дозволена експлуатацію на території України.

Знаючи експериментальні похідні величини під час досліду, можна зробити розрахунок термічного та приведенного опору теплопередачі конструкцій. Розрахувавши їх, стало відомо значення та похибка в 3,6 % для однієї із систем фасадного утеплення. Ця похибка є між даними отриманими під час експерименту, та окремого розрахунку згідно формул ДСТУ Б.В.2.6 – 101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Під час написання дисертації, також було розглянуто типи та види кліматичних камер, їх дія та основні технічні характеристики. Був проведений аналіз основних кліматичних випробувань для техніки, будівельних конструкцій та систем. Описано типову будову кліматичних камер та принцип їх роботи в цілому. Надано технічні характеристики кліматичної термокамери КТК3000, було описано її конструкцію, дані холодильного агрегату, щита автоматичного керування, корисного об'єму та самої панелі керування. Завдяки цим даним, виявилось простіше розібратися із роботою камери для експериментального дослідження та її працездатності в цілому.

						<i>ТП-з91 мп 52 001 ПЗ</i>	Арк.
							84
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ТА НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

- 1 Посібник для кліматичних камер. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://acs.angelantoni.com/en/resources/practical-guide-selection-climatic-chamber>
- 2 Кліматичні камери різного виду. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.komegtech.com/products.html>
- 3 Кліматичні камери різного типу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://www.innovabiomed.com/product/climate-chamber.html?gclid=Cj0KCQjwyJn5BRDrARIsADZ9ykHS0Uk2yrtONs2j9qK4KBRvydudVNGVt4Df5xEXYH1rk2KPUIJYlcYaAsUjEALw_wcB
- 4 Кліматичні камери різного виду. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://www.biuged.com/En_Mo_index_gci_89.html?gclid=Cj0KCQjwyJn5BRDrARIsADZ9ykGpaRdHlwHimxUWRAWuowAJi8dbbN3j4vEBEgEJ5u76x5LDLoXHF24aAiG-EALw_wcB
- 5 Вакуумні кліматичні камери. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.ets.co.uk/previous-features/0818.php>
- 6 Термостатичні кліматичні камери. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://www.hettichbenelux.com/fileadmin/user_upload/Hettich_Benelux/Download_folders/MemmertClimate-Chambers-english-D13643.pdf
- 7 Термічні ударні кліматичні камери. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.espec.co.jp/english/inquiry/catalog/tsa.pdf>
- 8 Калориметри. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.ets.co.uk/previous-features/0412.php>
- 9 Тестування акумуляторів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://www.proventia.com/modular_test_solutions/hybrid_electric_vehicle_battery_pack_test_laboratory?gclid=Cj0KCQjw-uH6BRDQARIsAI3l-UejQ7WaMs_1LGVeG0akXBHv5mRRcNqYRah9s6G4CQraAlm5w58I2kaAipqEALw_wcB
- 10 Кліматична камера з охолодженням Пельтьє. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.memmert.com/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=2714&token=8d38ec49fc6394104ccf9106214df01f1f2c8f71>
- 11 Кліматична камера з охолодженням Пельтьє, характеристики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://in.vwr.com/store/product/9901611/constant-climatic-chambers-with-peltier-hpp-series>

						ТП-391 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							85
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

12 Кліматичні випробування. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F>

13 Кліматична камера. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0>

14 Опис систем кліматичних камер. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://www.frankshospitalworkshop.com/equipment/documents/various_equipment/service_manuals/fridges/Angelantoni_Challenge_-_Manual.pdf

15 Гіпоксична кліматична камера. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://hypoxico.eu/altitude-training-simulation-equipment/p/hypoxic-environmental-full-climate-chambers>

16 Експериментальне обладнання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://www.niisk.com/strukturni_pidrozdili/naukovi_pidrozdili/viddil_avtomatizaciii_doslidjen_ta_sejsmostijkosti_budivel_ta_sporud/eksperimentalne-obladnannya.php

17 Технічна документація кліматичної термокамери КТК3000. [Книжковий ресурс].

18 Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип М., «Энергия», 1977. – 344 с.

19 ДСТУ Б В.2.6–36:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою. Загальні технічні умови

20 ДСТУ Б.В.2.6 – 101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

21 Робоча технічна документація. [Книжковий ресурс].

22 ДБН В.2.6 - 31:2016 Теплова ізоляція будівель

23 Экономика для технических специальностей. Л. С. Тарасевич, П. И. Гребенников, А. И. Леусский, Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов, 2002 г.

24 Холодильний компресор. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://intercool.com.ua/kompressory/holodilnye/bitzer/kompressor-holodilnyj-bitzer-2fc-3-2y.html>

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							86
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

25 Методичні вказівки до розробки розділу „Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях” в дипломних проектах, роботах і магістерських дисертаціях студентів ТЕФ освітнього рівня „магістр”. [Електронний ресурс]. Укладач: С.Ф.Каштанов – Київ НТУУ ”КПІ”, 2020 р., 21 с.

						<i>ТП-391 мп 52 001 ПЗ</i>	Арк.
							87
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

ДОДАТКИ

Додаток А

Методика експериментального дослідження

А1 Порядок відбору зразків для випробувань

А1.1 Об'єктами випробувань є будівельні ізоляційні матеріали та вироби з мінеральної або скловати (скляне штапельне волокно), які використовуються при влаштуванні конструкцій теплоізоляційної оболонки будівлі.

А1.2 Випробування проводять на зразках продукції виготовленої відповідно до вимог нормативних документів на ці матеріали і вироби.

А1.3 Допускається проведення випробувань нових матеріалів на стадії їх розробки за відсутності комплексу технічної документації.

А1.4 Відбір партії зразків проводять методом випадкової вибірки згідно ГОСТ 18321.

А1.5 Для визначення терміну ефективної експлуатації виробів з мінераловатних плит, використовуваних в конструкціях фасадної теплоізоляції з облицюванням штукатуркою, кількість зразків наступне:

- для випробувань на 100 років умовної експлуатації необхідно не менше 111 зразків;
- для випробувань на 75 років умовної експлуатації - не менше 84 зразків;
- для випробувань на 50 років умовної експлуатації - не менше 58 зразків;
- для випробувань на 25 років умовної експлуатації - не менше 33 зразків.

А1.6 Для визначення терміну ефективної експлуатації виробів з мінераловатних плит, використовуваних в конструкціях суміщених покрівель, кількість зразків наступне:

- для випробувань на 100 років умовної експлуатації необхідно не менше 141 зразків;
- для випробувань на 75 років умовної експлуатації - не менше 109 зразків;
- для випробувань на 50 років умовної експлуатації - не менше 78 зразків;
- для випробувань на 25 років умовної експлуатації - не менше 48 зразків.

А1.7 Для визначення терміну ефективної експлуатації інших виробів з мінераловатних плит, використовуваних в конструкціях фасадної теплоізоляції, кількість зразків наступне:

- для випробувань на 100 років умовної експлуатації необхідно не менше 86 зразків;
- для випробувань на 75 років умовної експлуатації - не менше 64 зразків;
- для випробувань на 50 років умовної експлуатації - не менше 43 зразків;
- для випробувань на 25 років умовної експлуатації - не менше 23 зразків.

А1.8 Щільність випробовуваних зразків повинна знаходитися в межах $\pm 1\%$ від середньої щільності матеріалу.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							88
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

A1.9 Випробування теплопровідності в початкових умовах проводять на 5 зразках.

A1.10 Випробування міцності на стиск при 10% -й лінійній деформації проводять на 5 зразках згідно ДСТУ Б В.2.7-38-95.

A1.11 Випробування повзучості при стисненні проводять на 5 зразках згідно ГОСТ EN 1606.

A1.12 Випробування міцності при дії зосередженого навантаження проводять на 5 зразках згідно ГОСТ EN 12430.

A1.13 Випробування міцності на відрив шарів проводять на 5 зразках згідно ДСТУ Б В.2.7-38-95.

A2 Випробувальне обладнання і засоби контролю

A2.1 Для проведення випробувань використовується наступне обладнання та засоби вимірювань:

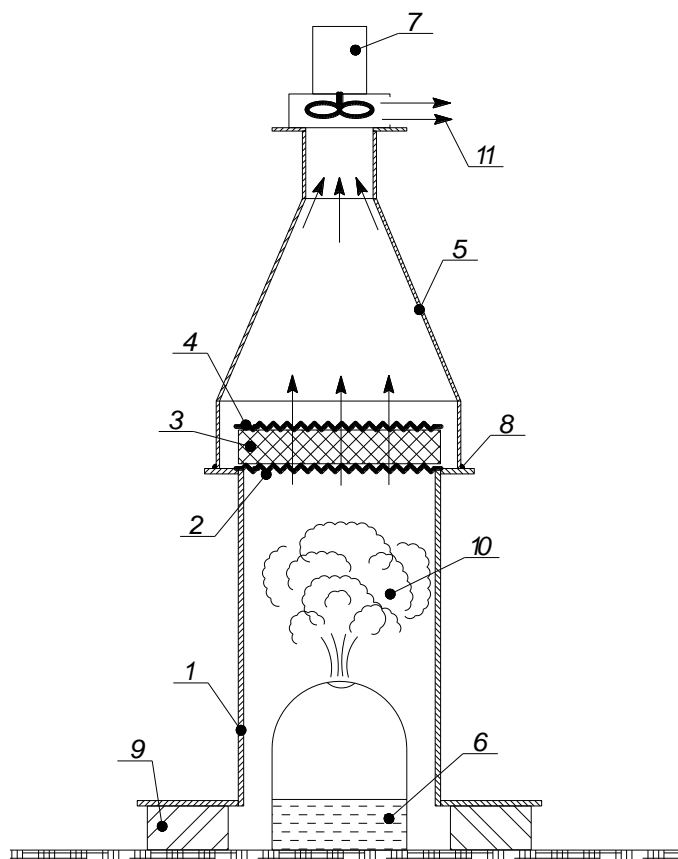
- кліматична камера згідно ГОСТ 20497-75 дозволяє задавати і підтримувати температуру від мінус 30 до 60 °C з точністю ± 1 °C і відносну вологість в діапазоні 55 ... 99%;
- прилад для визначення теплопровідності згідно ДСТУ Б В.2.7-105-2000 з точністю визначення теплопровідності матеріалів $\pm 3\%$;
- лабораторні сушильні шафи;
- ваги згідно з ДСТУ 7270:2012;
- вимірювальні лінійки згідно ДСТУ ГОСТ 427:2009;
- штангенциркулі згідно ДСТУ EN ISO 13385-1:2018;
- рулетки вимірювальні згідно ДСТУ 4179-2003;
- термометри згідно ГОСТ 112-78, ГОСТ 28498-90;
- установка для примусового зволоження матеріалів водяною парою;
- пристрій для випробування зразків при частковому зануренні згідно ГОСТ EN 1609-2011;
- пристосування для стікання води згідно ГОСТ EN 1609-2011;
- джерело ультрафіолетового випромінювання (апарат штучної погоди на ксенонових випромінювачах) згідно ГОСТ 23750-79;
- установка для визначення міцності на стиск при точковому навантаженні згідно ГОСТ Р EN 13162;
- машина випробувальна, що забезпечує швидкість навантаження зразка 5-10 мм / хв і дозволяє виміряти завантаження з похибкою, що не перевищує 1% значення стискає зусилля згідно ДСТУ Б В.2.7-38-95.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							89
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

А2.2 Експериментальна установка для примусового зволоження водяною парою мінераловатних і скло-ватних волокнистих матеріалів приведена на рисунку А1 і складається з:

- повітронепроникної основи, пустотною в середині, з опорними полицями у верхній частині;
- опорної нижньої металевої сітки, яка встановлюється на опорних полицях основи і на якій розміщуються зразки досліджуваних матеріалів;
- притискної верхньої металевої сітки, яка встановлюється поверх зразка з метою його утримання на поверхні підставки і запобігання утворенню великих щілин між зразком і основою;
- повітронепроникного ковпака електричного зволожувача повітря водяною парою, який розміщується в середині підставки і створює пароповітряну суміш без зміни температури води, що випаровується;
- повітряного насоса згідно ГОСТ 11442, який встановлюється у верхній частині ковпака і створює розрядження над зразком, тим самим прокачуючи водяну пару крізь зразок;
- гумових ущільнювачів по периметру притиску ковпака до основи;
- систему отворів в нижній частині повітронепроникного корпусу для забезпечення підсосу повітря.

						<i>ТП-з91 мп 52 001 ПЗ</i>	Арк.
							90
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		



1 - повітронепроникна основа; 2 - опорна нижня сітка; 3 - зразок; 4 - притискна верхня сітка; 5 - герметичний ковпак; 6 - електричний зволожувач повітря; 7 - повітряний насос; 8 - гумові ущільнювачі; 9 - підставки під основу; 10 - пароповітряна суміш; 11 - відпрацьована пароповітряна суміш.

Рисунок А1 - Схема експериментальної установки для примусового зволоження водяною парою волокнистих матеріалів

А2.3 Установка для примусового зволоження волокнистих мінераловатних і скло-ватних матеріалів з низькими характеристиками повітря-проникності і складається з:

- парогенератора низької інтенсивності, до складу якого входять термоізований нагрівач і металева ємність з водою;
- опорної рамки, на якій розміщується дослідний зразок;
- холодильника (термоелектричного на основі елементів Пельтьє або ін.),
- гумових ущільнювачів для герметизації дослідного зразка по периметру і створення повітряного зазору між поверхнею зразка і плитою холодильника;
- системи регулювання температури нагрівача і холодильника.

Зм.	Кіль	Арк.	№ до	Підпис	Дат

ТП-з91 мп 52 001 ПЗ

Арк.

91

А3 Підготовка до випробувань

А3.1 Випробування терміну ефективної експлуатації проводять на зразках у вигляді паралелепіпеда, лицьові грані якого мають форму квадрата з довгої сторони рівній стороні робочих поверхонь плит приладу для вимірювання теплопровідності. Товщина зразка може становити від 20 до 100 мм. Лицьові грані зразка повинні бути плоскими і паралельними. Відхилення лицьових граней зразка від паралельності не повинні бути більше $\pm 0,5$ мм. Товщину зразка вимірюють штангенциркулем з похибкою не більше $\pm 0,1$ мм. Довжину і ширину зразка вимірюють лінійкою з похибкою не більше $\pm 0,5$ мм.

Лінійні розміри зразків визначають згідно ГОСТ EN 12085-2011.

А3.2 Зразки висушують в лабораторних сушильних шафах до постійної маси при температурі $(105 \pm 5)^\circ \text{C}$. Зразок вважається висушеним до постійної маси, якщо різниця між двома послідовними вимірами маси, після чергового зважування, не перевищує 0,5% за період не менше, ніж 0,5 год. До початку проведення випробувань зразок витримують в ексикаторі з відносною вологістю не більше ніж 20%.

А3.3 Масу кожного зразка, m_{0i} , кг, і щільність матеріалу, ρ_{0i} , кг / м³, визначають в сухому стані. Густина розраховують за формулою:

$$\rho_0 = \frac{\sum_{i=1}^N \rho_{0i}}{N} \pm \epsilon_{\rho}, \quad (\text{A.1})$$

де N - кількість зразків;

ϵ_{ρ} - сумарна довірна межа випадкової похибки результатів вимірювань щільності, кг / м³, яка визначається за формулою (А.5).

Щільність кожного зразка визначають згідно з ДСТУ Б В.2.7-38-95.

А3.4 Термін ефективної експлуатації матеріалу визначають при значеннях вологості дослідних зразків рівній розрахунковій вологості матеріалу в умовах експлуатації Б w_B згідно СП 50.13330.2012.

А3.5 Зволоження зразка

А3.5.1 Зволоження зразків матеріалів з високою повітропроникністю здійснюється на експериментальній установці згідно А6.2. Для цього зразок 3 (див. рисунок А1) розміщують в горизонтальному положенні на повітронепроникну основу 1 між нижньою опорною сіткою 2 і верхньою притискною сіткою 4. Встановлюється герметичний короб 5 на якому розміщується повітряний насос 7. У нижній частині повітронепроникного основи 1 встановлюється електричний зволожувач повітря 6. включення зволожувача 6 здійснюється після включення повітряного насоса 7. Процедура зволоження триває від 5 до 15 хв.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							92
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Процедуру зволоження повторюють, перевертаючи зразок для отримання близької до необхідного значення маси m_{wp} .

А3.5.2 Зволоження зразків волокнистих матеріалів з низькими характеристиками повітропроникності здійснюють на експериментальній установці згідно А4.2.3, в якій реалізується принцип дифузії пара через різницю температур і вологості повітря на протилежних поверхнях зволожуваного зразка. Для цього зразок встановлюють в дерев'яну рамку і розміщують в горизонтальному положенні. Над дослідним зразком з утворенням повітряного зазору встановлюється холодильник. У нижній частині опорної рамки встановлюється парогенератор, в ємність якого заливається вода. Задається для автоматичної підтримки температура нагрівача і холодильника. Процедура зволоження, залежно від матеріалу дослідного зразка, становить від 0,5 год до 4 г. Процедуру зволоження повторюють, перевертаючи зразок для отримання близької до необхідного значення маси m_{wp} .

А3.5.3 Масу до якої необхідно зволожити зразок m_{wp} , визначають за формулою:

$$m_{wp} = m_0 (1 + 0,01 w_B), \quad (\text{А.2})$$

Після досягнення необхідного значення вологості зразок загортають у поліетиленову плівку, яку запаюють по всіх гранях і розміщують на горизонтальній поверхні. Щогодини, впродовж 4 годин зразок перевертають з одного боку на іншу. Після цього зразок ставлять вертикально і витримують в такому положенні не менше 2-ох діб, перевертаючи зразок кожен день.

Процедуру зволоження виконують для всієї вибірки зразків.

А3.5.4 Дослідні зразки вважаються підготовленими для випробувань після виконання умови згідно п. А3.5 та за умови:

$$w_{in} = w_B + \Delta w_B \%, \quad (\text{А.3})$$

де i - порядковий номер дослідного зразка;

Δw_B - можливе перевищення вологості матеріалу під час експлуатації над розрахунковим значенням, приймається $\Delta w_B = 0,5 w_B$.

У всіх випадках w_{in} не менше 4%.

А4 Проведення випробувань

Визначення декларованих теплофізичних характеристик

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							93
Зм.	Кіль	Арк.	№ до	Підпис	Дат		

А4.1 Проводять випробування по визначенню теплопровідності волокнистих теплоізоляційних матеріалів в початковому сухому стані (вологість матеріалу від 0% до 0,5% за масою) при:

- температурі $+ 10^{\circ}\text{C}$;

А4.1.2 Проводять випробування з визначення міцності при дії зосередженого навантаження, повзучості при стисненні, а також міцності на стиск при 10% -й лінійній деформації покрівельних мінераловатних виробів в початковому стані. Для мінераловатних виробів застосовуються в конструкціях фасадної теплоізоляції з облицюванням штукатуркою визначають міцність на відрив шарів в початковому стані.

А4.2 Випробування для визначення терміну ефективної експлуатації

А4.2.1 Зразки, які піддаються випробуванням, розміщують рівномірно по всьому робочому об'єму кліматичної камери з зазорами між ними таким чином, щоб забезпечити рух повітряних потоків і виключити утворення застійних зон. Загальний обсяг зразків не повинен перевищувати 50% робочого об'єму кліматичної камери.

А4.2.2 Зразки піддають циклічному температурному впливу. Один цикл випробувань складається з заморожування-відтавання-нагріву.

А4.2.3 Температуру заморожування зразків встановлюють залежно від температурної зони експлуатації виробів відповідно значенням розрахункової температури зовнішнього повітря, $t_{зр}$ згідно СНіП 23-01-99. Швидкість охолодження зразків повинна складати $20^{\circ}\text{C} / \text{год}$ в діапазоні від 18°C до 0°C і $10^{\circ}\text{C} / \text{год}$ в діапазоні від 0°C до $t_{зр}^{\circ}\text{C}$.

А4.2.4 Тривалість заморожування зразків для волокнистих матеріалів повинна становити 3 години при температурі $t_{зр}$.

А4.2.5 Розморожування зразків здійснюють при температурі повітря від 18°C до 22°C . Тривалість відтавання повинна становити 4 години.

А4.2.6 Нагрівання зразків здійснюється в кліматичній камері в умовах примусової конвекції при температурі $t_{н} = (60 \pm 1)^{\circ}\text{C}$. Тривалість часу нагріву повинна становити 6 годин при температурі $t_{н}$.

А4.2.7 Кількість циклів випробувань повинна становити не менше 60 для випробувань на 25 років умовної експлуатації матеріалу, не менше 100 циклів - на 50 років умовної експлуатації матеріалу, не менше 150 циклів - на 75 років умовної експлуатації матеріалу, не менше 200 циклів - на 100 років умовної експлуатації матеріалу.

А4.2.8 Кінцева кількість циклів випробувань встановлюється в залежності від характеру зміни експлуатаційного теплофізичного параметра. При появі нелінійної ділянки зміни теплофізичного параметра, який встановлюється за результатами випробувань не

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							94
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

менше як трьох експериментальних точок після лінійної ділянки, випробування завершуються.

Випробування на термін ефективної експлуатації мінераловатних виробів, що застосовуються в конструкціях суміщених покрівель

А4.3 Випробування на термін ефективної експлуатації не менше 25 років

А4.3.1 Зразки для випробувань висушують до постійної маси згідно п. А3.2 та проводять випробування згідно п. А4.1-А4.2. Кількість зразків встановлено згідно п. А1.8-А1.11

А4.3.2 Зразки, які піддають циклічним кліматичним випробуванням, зволожують згідно п. А3.5.

А4.3.3 Зразки піддають циклічному температурному впливу заморожування-відтавання-нагрів згідно п. А4.2.

А4.3.4 Через кожні 10 циклів випробувань відбирають з числа досліджуваних по 3 зразка, висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. А4.1.

А4.3.5 Після 60 циклів температурного впливу зразки, які залишилися висушують і проводять випробування теплопровідності на 3-х зразках з них при температурних умовах, описаних в п. А4.1. Проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

А4.3.6 Проводять випробування з визначення міцності при дії зосередженого навантаження, а також міцності на стиск при 10% -й лінійній деформації для решти зразків, зазначених в п. А4.3.1. Проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

А4.4 Випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років

А4.4.1 Виконують дії, описані в п. п. А4.3.1-А4.3.4

А4.4.2 Проводять випробування з визначення міцності при дії зосередженого навантаження, а також міцності на стиск при 10% -й лінійній деформації для зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 25 років (зразки після 60 циклів температурного впливу) в кількості, зазначеному в п. А1.10, А1.12. Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6. У разі виконання умов (10-11) випробування тривають.

А4.4.3 Решта зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 25 років (зразки після 60 циклів температурного впливу), в розмірі 10 шт піддають зволоженню шляхом часткового занурення відповідно до методики ГОСТ EN 1609-2011.

А4.4.4 Сушка зразків

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							95
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Зразки, які піддаються випробуванням, ділять на дві партії (не менше ніж по 5 в кожній) для висушування в двох температурних режимах:

- + (20 ± 1) ° C;
- - (5 ± 1) °C.

Висушування проводять в кліматичній камері в умовах штучної конвекції.

Висушування проводять до тих пір, поки маса зразка не буде рівною $m_0 \pm 0,5$ м. Зважування зразків проводиться протягом першої доби чотири рази через кожні 6 годин протягом наступної доби через кожні 2 години.

A4.4.5 Всі зразки, які пройшли випробування замочуванням, піддають ультрафіолетовому випромінюванню протягом 5 діб тривалістю по 8 годин.

A4.4.6 Зразки, які пройшли випробування ультрафіолетом, продуваються повітрям протягом 8 год в установці, описаній в п. A2.2. При даному виді впливу в конструктивній схемі установки виключається подача водяної пари.

A4.4.7 Проводять випробування теплопровідності згідно ДСТУ Б В.2.7-105-2000 при температурних умовах, описаних в п. A4.1

A4.4.8 Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. A6. У разі виконання умови (9) випробування тривають.

A4.4.9 Після 60 циклів температурного впливу циклічні випробування тривають.

A4.4.10 Через кожні 10 циклів випробувань відбирають з числа досліджуваних по 3 зразка, висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. A4.1

A4.4.11 Після 100 циклів температурного впливу зразки, які залишилися висушують і проводять випробування теплопровідності на 3-х зразках з них при температурних умовах, описаних в п. A4.1 Проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

A4.4.4.12 Проводять випробування з визначення міцності при дії зосередженого навантаження, а також міцності на стиск при 10% -й лінійній деформації для решти зразків, зазначених в п. A4.4.4.11. Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. A6.

A4.5 Випробування на термін ефективної експлуатації не менше 75 років

A4.5.1 Виконують дії, описані в п. п. A4.4.1-A4.4.11.

A4.5.2 Проводять випробування з визначення міцності при дії зосередженого навантаження, а також міцності на стиск при 10% -й лінійній деформації для зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років (зразки після 100 циклів температурного впливу) в кількості, зазначеному в п. A1.10, A1.12.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							96
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6. У разі виконання умов (10-11) випробування тривають.

А4.5.3 Решта зразки, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років (зразки після 100 циклів температурного впливу), в розмірі 10 шт піддають зволоженню шляхом часткового занурення відповідно до методики ГОСТ EN 1609-2011.

А4.5.4 Сушка зразків.

Зразки, які піддаються випробуванням, ділять на дві партії (не менше ніж по 5 в кожній) для висушування в двох температурних режимах:

- $+ (20 \pm 1) ^\circ \text{C}$;
- $- (5 \pm 1) ^\circ \text{C}$.

Висушування проводять в кліматичній камері в умовах штучної конвекції.

Висушування проводять до тих пір, поки маса зразка не буде рівною $m_0 \pm 0,5$ м. Зважування зразків проводиться протягом першої доби чотири рази через кожні 6 годин протягом наступної доби через кожні 2 години.

А4.5.5 Всі зразки, які пройшли випробування замочуванням, піддають ультрафіолетовому випромінюванню протягом 5 діб тривалістю по 8 годин.

А4.5.6 Зразки, які пройшли випробування ультрафіолетом, продуваються повітрям протягом 8 год в установці, описаній в п. А2.2. При даному виді впливу в конструктивній схемі установки виключається подача водяної пари.

А4.5.7 Проводять випробування теплопровідності згідно ДСТУ Б В.2.7-105-2000 при температурних умовах, описаних в п. А4.1

А4.5.8 Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6. У разі виконання умови (9) випробування тривають.

А4.5.9 Після 100 циклів температурного впливу циклічні випробування тривають.

А4.5.10 Через кожні 10 циклів випробувань відбирають з числа досліджуваних по 3 зразка, висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. А4.1

А4.5.11 Після 150 циклів температурного впливу зразки, які залишилися висушують і проводять випробування теплопровідності на 3-х зразках з них при температурних умовах, описаних в п. А4.4.1. Проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

А4.5.12 Проводять випробування з визначення міцності при дії зосередженого навантаження, а також міцності на стиск при 10% -й лінійній деформації для решти зразків, зазначених в п. А4.4.11.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							97
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6

А4.6 Випробування на термін ефективної експлуатації не менше 100 років

А4.6.1 Виконують дії, описані в п. п. А4.4.1-А4.4.11.

А4.6.2 Проводять випробування з визначення міцності при дії зосередженого навантаження, а також міцності на стиск при 10% -й лінійній деформації для зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років (зразки після 100 циклів температурного впливу) в кількості, зазначеному в п. А1.10, А1.12.

Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А4.6. У разі виконання умов (10-11) випробування тривають.

А4.6.3 Решта зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років (зразки після 100 циклів температурного впливу), в розмірі 10 шт піддають зволоженню шляхом часткового занурення відповідно до методики ГОСТ EN 1609-2011.

А4.6.4 Сушка зразків.

Зразки, які піддаються випробуванням, ділять на дві партії (не менше ніж по 5 в кожній) для висушування в двох температурних режимах:

- + (20 ± 1) ° С;
- - (5 ± 1) °С.

Висушування проводять в кліматичній камері в умовах штучної конвекції.

Висушування проводять до тих пір, поки маса зразка не буде рівною $m_0 \pm 0,5$ м. Зважування зразків проводиться протягом першої доби чотири рази через кожні 6 годин протягом наступної доби через кожні 2 години.

А4.6.5 Всі зразки, які пройшли випробування замочуванням, піддають ультрафіолетовому випромінюванню протягом 5 діб тривалістю по 8 годин.

А4.6.6 Зразки, які пройшли випробування ультрафіолетом, продуваються повітрям протягом 8 год в установці, описаній в п. А2.2. При даному виді впливу в конструктивній схемі установки виключається подача водяної пари.

А4.6.7 Проводять випробування теплопровідності згідно ДСТУ Б В.2.7-105-2000 при температурних умовах, описаних в п. А4.1

А4.6.8 Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6. У разі виконання умови (9) випробування тривають.

А4.6.9 Після 100 циклів температурного впливу циклічні випробування тривають.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							98
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

A4.6.10 Через кожні 10 циклів випробувань відбирають з числа досліджуваних по 3 зразка, висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. A4.1

A4.6.11 Після 200 циклів температурного впливу зразки, які залишилися висушують і проводять випробування теплопровідності на 3-х зразках з них при температурних умовах, описаних в п. A4.1. Проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

A4.6.12 Проводять випробування з визначення міцності при дії зосередженого навантаження, а також міцності на стиск при 10% -й лінійній деформації для решти зразків, зазначених в п. A4.4.11.

Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. A6

Випробування на термін ефективної експлуатації мінераловатних виробів, що застосовуються в конструкціях фасадної теплоізоляції з облицюванням штукатуркою

A4.7 Випробування на термін ефективної експлуатації не менше 25 років

A4.7.1 Зразки для випробувань висушують до постійної маси згідно п. A3.2 та проводять випробування згідно п. A4.1-A4.2. Кількість зразків встановлено згідно п. A1.5, A1.8, A1.13

A4.7.2 Зразки, які піддають циклічним кліматичним випробуванням, зволожують згідно п. A3.5.

A4.7.3 Зразки піддають циклічному температурного впливу заморожування-відтавання-нагрів згідно п. A4.2.

A4.7.4 Через кожні 10 циклів випробувань відбирають з числа досліджуваних за 3 зразка, висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. A4.1

A4.7.5 Після 60 циклів температурного впливу зразки, які залишилися висушують і проводять випробування теплопровідності на 3-х зразках з них при температурних умовах, описаних в п. A4.1. Проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

A4.7.6 Проводять випробування з визначення міцності на відрив шарів, для решти зразків, зазначених в п. A4.4.5.

Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. A6

A4.8 Випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років

A4.8.1 Виконують дії, описані в п. п. A4.7.1-A4.7.4

A4.8.2 Проводять випробування з визначення міцності на відрив шарів для зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 25 років (зразки після 60 циклів температурного впливу) в кількості, зазначеній в п. A1.13.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							99
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6. У разі виконання умови (12) випробування тривають.

А4.8.3 Решта зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 25 років (зразки після 60 циклів температурного впливу), в розмірі 10 шт піддають зволоженню шляхом часткового занурення відповідно до методики ГОСТ EN 1609-2011.

А4.8.4 Сушка зразків.

Зразки, які піддаються випробуванням, ділять на дві партії (не менше ніж по 5 в кожній) для висушування в двох температурних режимах:

- $+ (20 \pm 1) ^\circ \text{C}$;
- $- (5 \pm 1) ^\circ \text{C}$.

Висушування проводять в кліматичній камері в умовах штучної конвекції.

Висушування проводять до тих пір, поки маса зразка не буде рівною $m_0 \pm 0,5$ м. Зважування зразків проводиться протягом першої доби чотири рази через кожні 6 годин протягом наступної доби через кожні 2 години.

А4.8.5 Всі зразки, які пройшли випробування замочуванням, піддають ультрафіолетовому випромінюванню протягом 5 діб тривалістю по 8 годин.

4.8.6 Зразки, які пройшли випробування ультрафіолетом, продуваються повітрям протягом 8 год в установці, описаній в п. А2.2. При даному виді впливу в конструктивній схемі установки виключається подача водяної пари.

А4.8.7 Проводять випробування теплопровідності згідно ДСТУ Б В.2.7-105-2000 при температурних умовах, описаних в п. А4.1

А4.8.8 Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6. У разі виконання умови (9) випробування тривають.

А4.8.9 Після 60 циклів температурного впливу циклічні випробування тривають.

А4.8.10 Через кожні 10 циклів випробувань відбирають з числа досліджуваних по 3 зразка, висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. А4.1

А4.8.11 Після 100 циклів температурного впливу залишилися зразки висушують і проводять випробування теплопровідності на 3-х зразках з них при температурних умовах, описаних в п. А4.1 проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

А4.8.12 Проводять випробування з визначення міцності на відрив шарів для решти зразків, зазначених в п. А4.8.11.

Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6

А4.9 Випробування на термін ефективної експлуатації не менше 75 років

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							100
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

А4.9.1 Виконують дії, описані в п. п. А4.8.1-А4.8.11.

А4.9.2 Проводять випробування з визначення міцності на відрив шарів для зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років (зразки після 100 циклів температурного впливу) в кількості, зазначеній в п. А1.13.

Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6. У разі виконання умови (12) випробування тривають.

А4.9.3 Решта зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років (зразки після 100 циклів температурного впливу), в розмірі 10 шт піддають зволоженню шляхом часткового занурення відповідно до методики ГОСТ EN 1609-2011.

А4.9.4 Сушка зразків.

Зразки, які піддаються випробуванням, ділять на дві партії (не менше ніж по 5 в кожній) для висушування в двох температурних режимах:

- $+ (20 \pm 1) ^\circ \text{C}$;
- $- (5 \pm 1) ^\circ \text{C}$.

Висушування проводять в кліматичній камері в умовах штучної конвекції.

Висушування проводять до тих пір, поки маса зразка не буде рівною $m_0 \pm 0,5$ м. Зважування зразків проводиться протягом першої доби чотири рази через кожні 6 годин протягом наступної доби через кожні 2 години.

А4.9.5 Всі зразки, які пройшли випробування замочуванням, піддають ультрафіолетовому випромінюванню протягом 5 діб тривалістю по 8 годин.

А4.9.6 Зразки, які пройшли випробування ультрафіолетом, продуваються повітрям протягом 8 год в установці, описаній в п. А2.2. При даному виді впливу в конструктивній схемі установки виключається подача водяної пари.

А4.9.7 Проводять випробування теплопровідності згідно ДСТУ Б В.2.7-105-2000 при температурних умовах, описаних в п. А4.1.

А4.9.8 Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6. У разі виконання умови (9) випробування тривають.

А4.9.9 Після 100 циклів температурного впливу циклічні випробування тривають.

А4.9.10 Через кожні 10 циклів випробувань відбирають з числа досліджуваних по 3 зразка, висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. А4.1

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							101
Зм.	Кіль	Арк.	№ до	Підпис	Дат		

А4.9.11 Після 150 циклів температурного впливу зразки, які залишилися висушують і проводять випробування теплопровідності на 3-х зразках з них при температурних умовах, описаних в п. А4.1. Проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

А4.9.12 Проводять випробування з визначення міцності на відрив шарів для решти зразків, зазначених в п. А4.9.11.

Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6

А4.10 Випробування на термін ефективної експлуатації не менше 100 років

А4.10.1 Виконують дії, описані в п. п. А4.9.1-А4.9.11.

А4.10.2 Проводять випробування з визначення міцності на відрив шарів для зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років (зразки після 100 циклів температурного впливу) в кількості, зазначеній в п. А1.13.

Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6. У разі виконання умови (12) випробування тривають.

А4.10.3 Решта зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років (зразки після 100 циклів температурного впливу), в розмірі 10 шт піддають зволоженню шляхом часткового занурення відповідно до методики ГОСТ EN 1609-2011.

А4.10.4 Сушка зразків.

Зразки, які піддаються випробуванням, ділять на дві партії (не менше ніж по 5 в кожній) для висушування в двох температурних режимах:

- $+(20 \pm 1)^\circ \text{C}$;
- $-(5 \pm 1)^\circ \text{C}$.

Висушування проводять в кліматичній камері в умовах штучної конвекції.

Висушування проводять до тих пір, поки маса зразка не буде рівною $m_0 \pm 0,5$ м. Зважування зразків проводиться протягом першої доби чотири рази через кожні 6 годин протягом наступної доби через кожні 2 години.

А4.10.5 Всі зразки, які пройшли випробування замочуванням, піддають ультрафіолетовому випромінюванню протягом 5 діб тривалістю по 8 годин.

А4.10.6 Зразки, які пройшли випробування ультрафіолетом, продуваються повітрям протягом 8 год в установці, описаній в п. А2.2. При даному виді впливу в конструктивній схемі установки виключається подача водяної пари.

А4.10.7 Проводять випробування теплопровідності згідно ДСТУ Б В.2.7-105-2000 при температурних умовах, описаних в п. А4.1

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							102
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

A4.10.8 Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6. У разі виконання умови (9) випробування тривають.

A4.10.9 Після 100 циклів температурного впливу дані випробування тривають.

A4.10.10 Через кожні 10 циклів випробувань відбирають з числа досліджуваних по 3 зразка, висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. А4.1

A4.10.11 Після 200 циклів температурного впливу зразки, які залишилися висушують і проводять випробування теплопровідності на 3-х зразках з них при температурних умовах, описаних в п. А4.1 проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

A4.10.12 Проводять випробування з визначення міцності на відрив шарів для решти зразків, зазначених в п. А4.9.11.

Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6

Випробування на термін ефективної експлуатації інших мінераловатних виробів, що застосовуються в конструкціях фасадної теплоізоляції

A4.11 Випробування на термін ефективної експлуатації не менше 25 років

A4.11.1 Зразки для випробувань висушують до постійної маси згідно п. А3.2 та проводять випробування згідно п. А4.1-А4.2. Кількість зразків встановлено згідно п. А1.7, А1.8, А1.9.

A4.11.2 Зразки, які піддають циклічним кліматичним випробуванням, зволожують згідно п. А3.5.

A4.11.3 Зразки піддають циклічному температурному впливу заморожування-відтавання-нагрів згідно п. А4.2.

A4.11.4 Через кожні 10 циклів випробувань відбирають з числа досліджуваних по 3 зразка, висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. А4.1

A4.11.5 Після 60 циклів температурного впливу зразки, які залишилися висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. А4.1. Проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

Випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років

A4.12 Виконують дії, описані в п. п. А4.10.1-А4.10.4.

A4.12.1 Решта зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 25 років (зразки після 60 циклів температурного впливу), в розмірі 10 шт піддають зволоженню шляхом часткового занурення відповідно до методики ГОСТ EN 1609-2011.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							103
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

А4.12.2 Сушка зразків.

Зразки, які піддаються випробуванням, ділять на дві партії (не менше ніж по 5 в кожній) для висушування в двох температурних режимах:

- + (20 ± 1) ° С;
- - (5 ± 1) °С.

Висушування проводять в кліматичній камері в умовах штучної конвекції.

Висушування проводять до тих пір, поки маса зразка не буде рівною $m_0 \pm 0,5$ м. Зважування зразків проводиться протягом першої доби чотири рази через кожні 6 годин протягом наступної доби через кожні 2 години.

А4.12.3 Всі зразки, які пройшли випробування замочуванням, піддають ультрафіолетовому випромінюванню протягом 5 діб тривалістю по 8 годин.

А4.12.4 Зразки, які пройшли випробування ультрафіолетом, продуваються повітрям протягом 8 год в установці, описаній в п. А2.2. При даному виді впливу в конструктивній схемі установки виключається подача водяної пари.

А4.12.5 Проводять випробування теплопровідності згідно ДСТУ Б В.2.7-105-2000 при температурних умовах, описаних в п. А4.1

А4.12.6 Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. А6. У разі виконання умови (9) випробування тривають.

А4.12.7 Після 60 циклів температурного впливу циклічні випробування тривають.

А4.12.8 Через кожні 10 циклів випробувань відбирають з числа досліджуваних по 3 зразка, висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. А4.1

А4.12.9 Після 100 циклів температурного впливу зразки, які залишилися висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. А4.1. Проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

Випробування на термін ефективної експлуатації не менше 75 років

А4.13 Виконують дії, описані в п.п.А8.5.2.1-А8.5.2.10.

А4.13.1 Решта зразків, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років (зразки після 100 циклів температурного впливу), в розмірі 10 шт піддають зволоженню шляхом часткового занурення відповідно до методики ГОСТ EN 1609-2011.

А4.13.2 Сушка зразків.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							104
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

Зразки, які піддаються випробуванням, ділять на дві партії (не менше ніж по 5 в кожній) для висушування в двох температурних режимах:

- + (20 ± 1) °C;
- - (5 ± 1) °C.

Висушування проводять в кліматичній камері в умовах штучної конвекції.

Висушування проводять до тих пір, поки маса зразка не буде рівною $m_0 \pm 0,5$ м. Зважування зразків проводиться протягом першої доби чотири рази через кожні 6 годин протягом наступної доби через кожні 2 години.

A4.13.3 Всі зразки, які пройшли випробування замочуванням, піддають ультрафіолетовому випромінюванню протягом 5 діб тривалістю по 8 годин.

A4.13.4 Зразки, які пройшли випробування ультрафіолетом, продуваються повітрям протягом 8 год в установці, описаній в п. A4.2.2. При даному виді впливу в конструктивній схемі установки виключається подача водяної пари.

A4.13.5 Проводять випробування теплопровідності згідно ДСТУ Б В.2.7-105-2000 при температурних умовах, описаних в п. A4.1

A4.13.6 Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. A6. У разі виконання умови (9) випробування тривають.

A4.13.7 Після 100 циклів температурного впливу циклічні випробування тривають.

A4.13.8 Через кожні 10 циклів випробувань відбирають з числа досліджуваних по 3 зразка, висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. A4.1

A4.13.9 Після 150 циклів температурного впливу зразки, які залишилися висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. A4.1. Проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

Випробування на термін ефективної експлуатації не менше 100 років

A4.14 Виконують дії, описані в п. п. A4.13.1-A4.13.10

A4.14.1 Решта зразки, які пройшли випробування на термін ефективної експлуатації не менше 50 років (зразки після 100 циклів температурного впливу), в розмірі 10 шт піддають зволоженню шляхом часткового занурення відповідно до методики ГОСТ EN 1609-2011.

A4.14.2 Сушка зразків.

Зразки, які піддаються випробуванням, ділять на дві партії (не менше ніж по 5 в кожній) для висушування в двох температурних режимах:

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							105
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

- + (20 ± 1) ° C;
- - (5 ± 1) °C.

Висушування проводять в кліматичній камері в умовах штучної конвекції.

Висушування проводять до тих пір, поки маса зразка не буде рівною $m_0 \pm 0,5$ м. Зважування зразків проводиться протягом першої доби чотири рази через кожні 6 годин протягом наступної доби через кожні 2 години.

A4.14.3 Всі зразки, які пройшли випробування замочуванням, піддають ультрафіолетовому випромінюванню протягом 5 діб тривалістю по 8 годин.

A4.14.4 Зразки, які пройшли випробування ультрафіолетом, продуваються повітрям протягом 8 год в установці, описаній в п. A2.2. При даному виді впливу в конструктивній схемі установки виключається подача водяної пари.

A4.14.5 Проводять випробування теплопровідності згідно ДСТУ Б В.2.7-105-2000 при температурних умовах, описаних в п. A4.1.

A4.14.6 Проводять обробку і оцінку результатів випробувань згідно п. A6. У разі виконання умови (9) випробування тривають.

A4.14.7 Після 100 циклів температурного впливу циклічні випробування тривають.

A4.14.8 Через кожні 10 циклів випробувань відбирають з числа досліджуваних по 3 зразка, висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. A4.1

A4.14.9 Після 200 циклів температурного впливу зразки, які залишилися висушують і проводять випробування теплопровідності при температурних умовах, описаних в п. A4.1. Проводять обробку і оцінку результатів випробувань.

A5 Обробка результатів вимірювань і оцінка похибки

A5.1 Визначають середнє деклароване значення за результатами вимірювань експлуатаційного теплофізичного параметра згідно A4.1 за формулою:

$$y_0 = \bar{y} \pm \varepsilon, \quad (A.4)$$

де \bar{y} - середньоарифметичне значення параметра за результатами випробувань;

ε - довірча межа випадкової похибки результатів вимірювань, яка визначається за формулою:

$$\varepsilon = t \cdot S(\bar{y}), \quad (A.5)$$

де t - коефіцієнт Стюдента, який в залежності від довірчої ймовірності P і числа результатів спостережень n , визначається з ГОСТ 8.207;

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							106
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

$S(\bar{y})$ - оцінка середньоквадратичного відхилення результату вимірювання, яка розраховується за формулою:

$$S(\bar{y}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n(n-1)}}, \quad (\text{A.6})$$

де y_i - i -й результат спостереження;

n - число результатів спостережень.

А5.2 Обробка масиву експериментальних даних при визначенні терміну ефективної експлуатації волокнистих матеріалів згідно з п. А2 проводять методами регресивного аналізу і математичної статистики для області лінійної зміни кожного експлуатаційного параметра, на підставі чого отримують залежність у вигляді:

$$y = y_0 + b \cdot x, \quad (\text{A.7})$$

де y - чисельне значення параметра, який визначався згідно А8.2;

x - кількість циклів випробувань;

b - коефіцієнт регресії.

А6 Оцінка результатів випробувань

Оцінка терміну ефективної експлуатації

А6.1 Для кожного з експлуатаційних параметрів згідно п. А1 встановлюється чисельне значення показника ресурсу для рівня достовірності 0,95, який обчислюється за формулою:

$$r = b \cdot x^* \pm \varepsilon, \quad (\text{A.8})$$

де x^* - найбільше значення кількості циклів, що відповідає лінійному ділянці зміни експлуатаційного параметра.

А6.2 При визначенні показника ресурсу зміни теплопровідності, r_λ , волокнистих матеріалів довірна межа ε в рівнянні (8) має знак «плюс».

А6.3 При визначенні показника ресурсу зміни показників міцності волокнистих матеріалів довірна межа ε в рівнянні (8) має знак «мінус».

А6.4 При визначенні показника ресурсу, x^* може бути прийнятий

$x^* = 60; 100; 150; 200$, якщо після 60, 100, 150 або 200 циклів випробувань відповідно не зафіксовано нелінійної ділянки зміни теплофізичного параметра.

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							107
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

А6.5 Термін ефективної експлуатації для мінераловатних теплоізоляційних матеріалів приймається рівним не менше 25, 50, 75 або 100 років в залежності від виду випробувань при виконанні умови:

$$\frac{r_{\lambda}}{\lambda_0} k_z \leq 0,2, \quad (\text{A.9})$$

де k_z - масштабний коефіцієнт, який враховує відповідність експериментальних циклів тепло-вологих умов експлуатації матеріалу в конструкції. Залежно від конструктивного рішення розміщення матеріалу в конструкції, що обгороджує приймається рівним: $k_z = 3$ при наявності шару матеріалу з $D \geq 1$ між теплоізоляційним шаром і зовнішнім повітрям, де D - теплова інерція шару; $k_z = 5$ для конструкцій зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та для конструкцій із захисним оздоблювальним шаром (шарами), які розміщені між теплоізоляційним шаром і зовнішнім повітрям з $D < 1$.

А6.6 Термін ефективної експлуатації для покрівельних мінераловатних матеріалів приймається рівним не менше 25, 50, 75 або 100 років в залежності від виду випробувань при виконанні умови (9), а також наступних:

$$\left| \frac{r_i}{\sigma_{10}^0} k_z \right| \leq 0,15 \quad (\text{A.10})$$

$$\left| \frac{r_i}{F_p} k_z \right| \leq 0,15 \quad (\text{A.11})$$

σ_{10}^0 - початкова міцність на стиск при 10% -й лінійній деформації, МПа;

F_p - стискаюча сила в критичній точці, кН.

А6.7 Термін ефективної експлуатації для мінераловатних матеріалів, що застосовуються в конструкціях фасадної теплоізоляції з облицюванням штукатуркою, приймається рівним не менше 25, 50, 75 або 100 років в залежності від виду випробувань при виконанні умови (9), а також наступного:

$$\left| \frac{r_i}{\sigma_{отр}} k_z \right| \leq 0,15 \quad (\text{A.12})$$

$\sigma_{отр}$ - межа міцності на відрив шарів, МПа.

А7 Вимоги безпеки

А7.1 Під час роботи з електроприладами необхідно дотримуватися правил техніки безпеки відповідно до вимог ГОСТ 12.2.007.1

						ТП-з91 мп 52 001 ПЗ	Арк.
							108
Зм.	Кіль	Арк.	№до	Підпис	Дат		

А7.2 Під час виробництва і зберігання дослідних зразків, а також при проведенні випробувань необхідно використовувати засоби індивідуального захисту: гумові рукавиці, респіратори згідно з ГОСТ 12.4.028 і т.д.

						<i>ТП-391 мп 52 001 ПЗ</i>	Арк.
							109
<i>Зм.</i>	<i>Кіль</i>	<i>Арк.</i>	<i>№до</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

Додаток Б

ЗАТВЕРДЖУЮ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан теплоенергетичного
факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського

Директор «ДП» НДІБК
(керівник підприємства, організації)

_____ Є.М. Письмений
(підпис) (ініціали, прізвище)

_____ Г.Г. Фаренюк
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2020 р.

« ____ » _____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектно-конструкторську розробку

«Дослідження термічного опору теплопередачі елементів будівельних конструкцій в кліматичній термокамері КТК3000»

1. Термін виконання роботи

Початок – 01.09. 2020 р.

Закінчення – 16.12. 2020 р.

2. Обґрунтування для виконання роботи

Утеплений фасад дає змогу підтримувати комфортний та стабільний клімат вдома у будь-яку пору року. З цієї точки зору важливим є підбір надійного та ефективного матеріалу для елементів будівельних конструкцій.

3. Мета роботи

Визначення фактичних теплотехнічних показників фрагментів систем фасадного утеплення та перевірка їх відповідності вимогам (термін ефективної експлуатації збірної системи, стійкість системи до кліматичних факторів, циклів).

4. Зміст основних етапів виконання роботи

- Розробка методики експериментального дослідження на основі відомих ДСТУ;
- Проведення експериментального дослідження теплопередачі елементів будівельних конструкцій в кліматичній термокамері КТК3000
- Обробка отриманих експериментальних результатів та порівняння з теоретичними формулами.

Графічний матеріал:

- Принципова технологічна схема кліматичної камери;
- Результати дослідження оформлені у вигляді плакатів;

5. Матеріали, що подаються після закінчення роботи

- 5.1. Пояснювальна записка (текстова частина магістерської дисертації).
- 5.2. Креслення.
- 5.3. Довідка про впровадження результатів.
- 5.4. Плакати з експериментальними даними.

6. Порядок розгляду і приймання роботи

Результати роботи розглядаються на засіданні ЕК із захисту атестаційних робіт освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика», освітньо-професійною програмою «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження».

Керівник роботи

Виконавець

_____ доц. А.С. Соломаха
(підпис) (посада, ініціали,
прізвище)

« ____ » _____ 2020 р.

Студент гр. ТП-391 мп
ТЕФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського

_____ К.Ю. Костерев
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2020 р.

Додаток В

Акт впровадження результатів магістерської дисертації

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор «ДП» НДІБК

(керівник підприємства, організації)

(підпис) Г.Г. Фаренюк
(ініціали, прізвище)

«___» _____ 2020 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів магістерської дисертації

студента КПІ ім. Ігоря Сікорського Костерева Костянтина Юрійовича

Результати магістерської дисертації на здобуття ступеня магістра студента теплоенергетичного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського Костерева К.Ю. на тему: «Дослідження термічного опору теплопередачі елементів будівельних конструкцій в кліматичній термокамері КТК3000» впроваджені в масове промислове виробництво систем фасадного утеплення будівель і споруд від виробника для ринку.

Студент

Зав. лабораторії

_____	<u>К.Ю. Костерев</u>	_____	<u>О.Б. Олексієнко</u>
(підпис)	(ініціали, прізвище)	(підпис)	(ініціали, прізвище)

«___» _____ 2020 р.

«___» _____ 2020 р.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬКостерева Костянтина Юрійовича

(прізвище, ім'я. по-батькові студента)

№ з/п	Найменування праць	Рукописні або друковані	Назва видавництва, журналу (номер, рік) або номер авторського свідоцтва, номер диплома на винахід	Кількість друкованих аркушів або сторінок разом	Прізвища співавторів праць
1	2	3	4	5	6
1	Кліматична термокамера для досліджень теплоізоляційних матеріалів	друк.	Кліматична камера для дослідження теплоізоляційних властивостей матеріалів / Тези доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів "Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики", Київ, 2020	1с.	Соломаха А. С.

Автор

Костянтин КОСТЕРЕВ

Додаток Д

Результати перевірки на антиплагіат



Ім'я користувача:
Боженко Михайло Федорович

Дата перевірки:
09.12.2020 21:58:58 EET

Дата звіту:
09.12.2020 22:01:40 EET

ID перевірки:
1005416642

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005082

Назва документа: МДп Костерев а

Кількість сторінок: 63 Кількість слів: 15528 Кількість символів: 111042 Розмір файлу: 11.65 MB ID файлу: 1005708393

11.9% Схожість

Найбільша схожість: 4.36% з Інтернет-джерелом (<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%>)

11.1% Джерела з Інтернету 69 Сторінка 65

2.29% Джерела з Бібліотеки 35 Сторінка 67

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

0.28% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 10 слів та 0%)

0.1% Вилучення з Інтернету 118 Сторінка 68

0.18% Вилученого тексту з Бібліотеки 197 Сторінка 69

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 35

Поз	Позначення		Найменування		Кільк	Маса од/кг	Примітка		
1				Корисний простір	1				
2				Компресор	1				
3				Зріджувач	1				
4				Соляний охолоджувач	1				
6				Теплообмінник для осушення повітря	1				
7				Теплообмінник для контролю температури	1				
8				Сольовий насос для осушення	1				
9				Сольовий насос для контролю температури	1				
10				Випарник	1				
11				Резервуар розсолу і розширювальний бак	1				
12				Вентилятор для корисної площі	1				
13				Вентилятор для компресора	1				
14				Реле тиску	1				
15				Регулюючий клапан води	1				
16				Фільтр	1				
17				Магнітний клапан	1				
18				Магнітний клапан	1				
19				Розширювальний клапан	1				
20				Масло-відділювач	1				
21				Нагрівач мастила	1				
22				Вимикач тиску мастила	1				
23				Кутовий клапан	1				
24				Кутовий клапан	1				
25				Кутовий клапан	1				
26				Кутовий клапан	1				
27				Кутовий клапан	1				
29				Кутовий клапан	1				
31				Поплавковий клапан	1				
32				Кутовий клапан	1				
					ТП – з91 мп 52 01 001 ТХ				
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічна схема кліматичної термокамери КТК3000		Стадія	Арк	Аркушів
Студент		Костерев					МДп	1	4
Керівник		Соломаха					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ТЕФ, Кафедра ТПТ		
П.контр.									
Н.контр.		Боженко							
Зав.каф.		Варламов							

Поз	Позначення			Найменування		Кільк	Маса од/кг	Примітка	
34				Кутовий клапан		1			
36				Фільтр		1			
37				Фільтр		1			
40				Магнітний клапан		1			
41				Магнітний клапан		1			
42				Зворотний клапан		1			
43				Зворотний клапан		1			
44				Точка дроселювання		1			
45				Кутовий клапан		1			
47				Рукавний клапан із отвором		1			
48				Рукавний клапан із отвором		1			
49				Точка дроселювання		1			
50				Точка дроселювання		1			
51				Фільтр		1			
52				Фільтр		1			
53				Зливний клапан		1			
55				Зливний клапан		1			
56				Вентиляційний клапан		1			
57				Вилка		1			
58				Зливний клапан		1			
59				Сольовий термостат		1			
60				Термометр		1			
61				Регулювач		1			
62				Кліматичний зонд		1			
62.1				Датчик реєстрації температури в корисному просторі		1			
62.2				Датчик для регулювання температури в корисному просторі		1			
62.3				Датчик реєстрації температури вологи		1			
62.4				Датчик контролю температури вологи		1			
62.5				Датчик для захисту температури в корисному просторі		1			
63				Освітлення корисного простору		1			
65				Ультрафіолетовий випромінювач		1			
						ТП – 391 мп 52 01 001 ТХ			Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				2

Поз	Позначення	Найменування	Кільк	Маса од/кг	Примітка
66		Інфрачервоний обігрівач	1		
67		Конвекційне опалення	1		
68		Електричний блок	1		
69		Контур керування для регулювання температури в корисному просторі	1		
69.1		Контур керування вологості в корисному просторі	1		
69.2		Датчик захисту від перегріву температури	1		
69.3		Записувач температури	1		
69.4		Температура в корисному просторі	1		
69.4 .1		Температура вологості	1		
69.4 .2		Температура вологих лампочок	1		
73		Стик	1		
74		Стик	1		
75		Стик	1		
76		Стик	1		
77		Стик	1		
78		Зворотний клапан	1		
79		Конденсатор	1		
80		Парогенератор	1		
81		Багатобічний електромагнітний клапан	1		
82		Рівень	1		
83		Трубчастий радіатор	1		
84		Датчик захисту парогенератора від температури	1		
85		Шланговий клапан	1		
86		Посудина конденсатора	1		
87		Точка дроселювання	1		
88		Крапельний жолоб	1		
89		Крапельний жолоб	1		
					Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
ТП – з91 мп 52 01 001 ТХ					3

[illegible]

ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

[illegible]